

Harri Peltola
Jukka Ristikartano
Fanny Malin
Mika Tuominen

Vakavat loukkaantumiset Liikenneviraston vaikutusarvioinneissa



Harri Peltola, Jukka Ristikartano,
Fanny Malin, Mika Tuominen

Vakavat loukkaantumiset Liikenneviraston vaikutusarvioinneissa

Esiselvitys

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 9/2018

Liikennevirasto
Helsinki 2018

Kannen kuva: Pixabay.com

<https://pixabay.com/fi/varoituskolmio-onnettomuus-1412348/>

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-512-9

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Harri Peltola, Jukka Ristikartano, Fanny Malin ja Mika Tuominen: Vakavat loukkaantumiset liikenneviraston vaikutusarvioinneissa. Esiselvitys. Liikennevirasto, hankesuunnitteluosasto. Helsinki 2018. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 9/2018. 40 sivua ja 6 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-512-9.

Avainsanat: liikenneonnettomuudet, tieliikenne, loukkaantuminen, turvallisuus, arviointi

Tiivistelmä

Tilastokeskus on vuoden 2014 onnettomuuksista alkaen määrittänyt erikseen vakavat loukkaantumiset käyttäen MAIS3+ -kriteeriä. Tämän esiselvityksen tavoitteena oli valmistautua hyödyntämään Liikenneviraston vaikutusarvioinneissa kuolemien ja henkilövahinko-onnettomuuksien ohella vakavien loukkaantumisten tietoja.

Tutkimuksessa suunniteltiin ja testattiin Tilastokeskukselta tutkimuskäyttöön hankitun onnettomuusaineiston hyödyntäminen vakavien loukkaantumisten määrän arviointiin maantieverkon eri osissa. Arviointi tehtiin kolmessa vaiheessa: ensiksi arvioitiin kussakin liittymässä ja homogeenisella tiejaksolla tapahtuneiden henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien määrä onnettomuusmallin ja historian tiedot yhdistämällä, sitten laskettiin kaikkien vakavien henkilövahinkojen määrä onnettomuuksien keskimääräisen vakavuuden perusteella ja lopuksi vakavat henkilövahingot jaettiin kuolemiin ja vakaviin loukkaantumisiin keskimääräisten tietojen perusteella. Vakavien loukkaantumisten laskennan ohella testattiin kolme muutosta, jotka koskivat onnettomuusluokittelua, liittymämäärittelyä ja onnettomuusmallien laadintaa.

Testilaskennat osoittivat, että vakavat loukkaantumiset on syytä sisällyttää Liikenneviraston vaikutusarviointiohjelmiin lähivuosina ja testatut muutokset vaikuttavat toteuttamiskelpoisilta. Muutosten käyttöönotto edellyttää jotakin muutoksia vaikutusarviointiohjelmistoihin. Vaikka tarkkoja kustannusarvioita ei voida vielä tehdä, vaadittavat muutokset eivät ole erityisen suuria, varsinkin jos ne voidaan Tarvan osalta tehdä muutoinkin tietoturvallisuuden varmistamiseksi tarpeellisten versiouudistusten yhteydessä.

Harri Peltola, Jukka Ristikartano, Fanny Malin och Mika Tuominen: Allvarligt skadade i Trafikverkets konsekvensbedömningar. Förstudie. Trafikverket, projektplanering. Helsingfors 2018. Trafikverkets undersökningar och utredningar 9/2018. 40 sidor och 6 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-512-9.

Nyckelord: Trafikolycka, allvarlig skada, säkerhet, evaluering

Sammanfattning

Statistikcentralen har sedan 2014 definierat skilt allvarligt skadade enligt MAIS3+ -kriteriet i olycksstatistiken. Syftet med denna utredning var att förbereda hur Trafikverkets verktyg för konsekvensbedömningar kan, i tillägg till döds- och personskadeolyckor, inkludera olyckor med allvarligt skadade.

I utredningen planerades och testades det hur Statistikcentralens olycksdata (anskaffat för forskningssyfte) kan användas för bedömningen av antalet allvarligt skadade i olika delar av landsvägsnätet. Bedömningen gjordes i tre skeden: först estimerades antalet personskadeolyckor i varje korsning och på varje homogena vägsträcka genom att kombinera olycksmodellen med olyckshistoriken. Efter det räknades den totala mängden allvarliga olyckor (dödade och allvarligt skadade) på basis av personskadeolyckornas genomsnittliga skadegrad. Slutligen delades de allvarliga olyckorna i dödsfall och allvarligt skadade på basis av den genomsnittliga mängden dödade och allvarligt skadade. I analysen testades dessutom tre ändringar som gällde klassificeringen av olyckor, definitionen för korsningsolyckor och olycksmodellerna.

Testkalkyleringarna understöder förslaget att inkludera de allvarligt skadade i Trafikverkets verktyg för konsekvensbedömningar och de testade ändringarna verkar vara genomförbara. Ändringarna kräver dock att verktygen för konsekvensbedömningar modifieras lite. En exakt kostnadskalkyl kunde inte göras men modifieringarna lär inte vara särskilt stora. I synnerhet om ändringarna i Tarva-verktyget kan göras i samband med uppdateringen som annars också krävs för att säkerställa datasäkerheten.

Harri Peltola, Jukka Ristikartano, Fanny Malin and Mika Tuominen: Serious injuries in the estimation tools of Finnish Transport Agency. Pilot study: Finnish Transport Agency, Project Planning. Helsinki 2018. Research reports of the Finnish Transport Agency 9/2018. 40 pages and 6 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-512-9.

Keywords: Road traffic accident, seriously injured, traffic safety, evaluation

Summary

In Finland, serious road traffic injuries have been defined using MAIS3+ criteria since 2014. The objective of this study was to prepare analysis tools for the Finnish Transport Agency that would include, in addition to fatalities and casualty accidents, also the number of serious injuries.

The study entailed planning and testing the usability of accident data (obtained for research purposes) for estimating the number of serious injuries on different parts of the highway network. The estimation was done in three phases: first, the accident history and model data were combined to estimate the number of casualty accidents at each crossing and homogeneous road section. Second, the number of all severe casualties (killed and seriously injured) was calculated based on the average severity of the casualty accidents. Finally, severe casualties were divided into fatalities and serious injuries based on average data. In addition to calculating serious injuries, three modifications were tested in the analyses. The modifications related to the classification of accidents, definition of crossing accidents, and changes in accident model types.

The test calculations support the idea of including serious injuries in the analysis tools in the near future, and the tested modifications seemed to be realisable. Implementing the changes require some modifications of the analysis tools. Exact cost estimates for the modifications cannot be made at this time. However, the modifications are not very extensive, especially if those related to the Tarva tool can be implemented in connection with the update that is necessary to ensure information security.

Esipuhe

Tieliikenneonnettomuuksien vakavia loukkaantumisia on Suomessa tilastoitu vuodesta 2014 alkaen. Tämän esiselvityksen tavoitteena on valmistautua hyödyntämään Liikenneviraston vaikutusarvioinneissa vakavien loukkaantumisten tietoja niin, että kuolemien ja henkilövahinko-onnettomuuksien lisäksi voitaisiin arvioida erilaisten toimenpiteiden vaikutuksista vakavien loukkaantumisten määriin.

Tutkimuksen tekivät Harri Peltola (toimittajan yhdyshenkilö) ja Fanny Malin Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:stä sekä Jukka Ristikartano ja Mika Tuominen Ramboll Finland Oy:stä. Työn ohjausryhmään kuuluivat Liikennevirastosta Anton Goebel (tilaajan yhdyshenkilö) ja Auli Forsberg sekä Liikenteen turvallisuusvirasto Trafista Riikka Rajamäki.

Helsingissä helmikuussa 2018

Liikennevirasto
Hankesuunnitteluosasto

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	8
1.1	Tausta	8
1.2	Tavoitteet	8
1.3	Raportin rakenne	8
2	TUTKIMUSMENETELMÄ	9
2.1	Tutkimusasetelma	9
2.2	Lähtötiedot	10
2.3	Vakavien loukkaantumisten lukumäärä	11
3	TURVALLISUUSVAIKUTUSTEN ARVIOINNEISSA KÄYTETYT OHJELMISTOT	13
3.1	Turvallisuusvaikutusten arviointi vaikutuskertoimilla, Tarva MT	13
3.2	Tieverkon investointihankkeiden vaikutusten arviointiohjelmisto, IVAR3	16
3.3	Ohjelmistojen yhteensopivuuteen liittyvät ongelmat	19
4	UUSI TAPA ARVIOIDA MAATEIDEN NYKYTILAN TURVALLISUUS	21
4.1	Henkilövahinkoon johtaneet onnettomuudet liittymien ulkopuolella	22
4.2	Henkilövahinkoon johtaneet onnettomuudet tasoliittymissä	26
4.3	Vakavat henkilövahingot maanteilla	29
5	TULOSTEN TARKASTELU JA JATKOSUOSITUKSET	33
5.1	Maantien turvallisuuden nykytilan arviointi	33
5.2	Ajatuksia vaikutusarviointiohjelmien kehittämisestä	36
	LÄHTEET	39
	LIITTEET	
Liite 1	Hvj-onnettomuuksien malli linjaosuuksille Tarva 5.5.-versiossa	
Liite 2	Hvj-onnettomuuksien malli liittymille Tarva 5.5.-versiossa	
Liite 3	Onnettomuuksien vakavuus Tarva 5.5.-versiossa	
Liite 4	Linjaosuuksien kaikkien hvj-onnettomuuksien lukumäärän malli SPSS-laskennasta	
Liite 5	Liittymäosuuksien kaikkien hvj-onnettomuuksien lukumäärän malli SPSS-laskennasta	
Liite 6	Hvj-onnettomuuksien ja niiden vakavien seurausten lukumäärät tieryhmittäin v. 2014–2015	

1 Johdanto

1.1 Tausta

Suomen liikenneturvallisuusvisiossa pitkän aikavälin tavoitteeksi esitetään tieliikennekuolemien ja vakavien loukkaantumisten estäminen (Valtioneuvosto 2016). Toistaiseksi vakavia loukkaantumisia ei ole kuitenkaan voitu erotella, koska loukkaantumisen vakavuuden määrittelyyn ei ole ollut luotettavaa menetelmää. Vuoden 2014 tiedoista alkaen Tilastokeskuksen tutkimuskäyttöön tarkoitettussa onnettomuusaineistossa on mukana tieto myös vakavista loukkaantumisista. Tietoa ei tietosuojasyistä ainakaan toistaiseksi saada Liikenneviraston TIIRA-palveluun. Toisaalta aiemmin tutkimuskäyttöön kerättyjä vastaavia tietoja ei ole käytettävissä kuin tutkimusraportin muodossa (Airaksinen ja Kokkonen 2014).

Vuonna 2016 ilmestyneessä Trafin raportissa on päivitetty onnettomuuksien yksikköarvot (Tervonen 2016), mutta niitä ei ole vielä otettu käyttöön Liikenneviraston vaikutusarvioinneissa.

Tarva (Turvallisuusvaikutusten arviointi vaikutuskertoimilla) ja IVAR (Tieverkon investointihankkeiden vaikutusten arviointiohjelmisto) arviointiohjelmat hyödyntävät liikenneturvallisuusarvioinneissaan samoja tietoja turvallisuuden nykytilasta. Lisäksi tierekisteriin tuotetaan onnettomuusindeksitietoja (ONNI), jotka ovat Liikenneviraston muiden arviointiohjelmien käytettävissä. Esimerkki tällaisesta arviointiohjelmasta on Koululiitu. Näissä arviointiohjelmissä ei vielä ole käytössä vakavien loukkaantumisten arviointia.

1.2 Tavoitteet

Tavoitteena on valmistautua hyödyntämään Liikenneviraston vaikutusarvioinneissa vakavien loukkaantumisten tietoja niin, että kuolemien ja henkilövahinko-onnettomuuksien ohella voitaisiin arvioida vakavien loukkaantumisten nykyiset määrät tieverkon eri osissa ja erilaisten toimenpiteiden vaikutukset vakaviin loukkaantumisiin.

1.3 Raportin rakenne

Tämän esiselvityksen tutkimusasetelmaa ja käytettävissä olevaa aineistoa tarkastellaan luvussa 2, minkä jälkeen kuvataan Liikenneviraston keskeiset turvallisuusvaikutustenarviointiohjelmat Tarva (luku 3.1) ja IVAR (luku 3.2). Luvussa 4 on esitetty kuvaus nyt testatusta maanteiden turvallisuuden nykytilan arviointitavasta, jossa on otettu huomioon mahdollisuudet vakavien henkilövahinkojen arviointiin ja lopuksi luvussa 5 on tarkasteltu tämän esiselvityksen tuloksia ja esitetty ajatuksia vaikutusarviointiohjelmien kehittämisestä. Käytetyt lähteet on listattu luvussa 6.

2 Tutkimusmenetelmä

2.1 Tutkimusasetelma

Suomen liikenneturvallisuusvisiossa tavoitellaan kuolemien ja vakavien loukkaantumisten estämistä (Valtioneuvosto 2016). Liikennekuolemien lukumäärät ovat yksittäisissä hankkeissa suhteellisen pieniä ja vakavien loukkaantumisten määristä ei ole aiemmin saatu tilastotietoja. Niinpä Liikenneviraston vaikutusarvioissa pääpaino on ollut henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien määrien ja niiden muutosten arvioinnissa.

Vuoden 2014 onnettomuuksista lähtien Tilastokeskus on tuottanut tietoja myös vakavista loukkaantumisista. Loukkaantumisen vakavuuden määrittelyssä käytetään Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen hoito-ilmoitusrekisterin aineistoa yhdistettynä tieliikenneonnettomuusaineistoon ja se perustuu hoitolaitoksessa todettujen vammojen vakavuuteen (Suomen virallinen tilasto 2016). Aineisto on muodostettu siten, että vakavien loukkaantumisten onnettomuuskohtaiset tiedot eivät ole esimerkiksi viranomaisten vapaasti käytettävissä (Tilastokeskus 2017). Siksi nähtiin tarpeelliseksi tehdä tämä esiselvitys, jonka tarkoituksena on kehittää arviointimenettelyä sisältämään vakavien loukkaantumisten määrän arviointi ja testata aineiston muodostamista käytettävissä olevalla aineistolla.

Koska liikenneturvallisuuden nykytilan arviointimenetelmä on pitkään säilynyt pääpiirteissään ennallaan, vakavien loukkaantumisten käyttöönoton testaamisen yhteydessä päätettiin alustavasti testata myös seuraavia muutoksia:

- 1) Eri onnettomuusluokkien onnettomuudet jakautuvat tieverkolle eri tavoin, minkä lisäksi eri toimenpiteiden vaikutus onnettomuusvähenemään riippuu mm. onnettomuusluokasta. Siksi onnettomuuksia on tarkasteltu erikseen kolmessa onnettomuusluokassa: a) auto-onnettomuudet, b) jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet ja c) eläinonnettomuudet. Mm. liikenneturvallisuustyön painopisteen siirtyminen vakavimpien onnettomuuksien estämiseen on pienentänyt eläinonnettomuuksien merkitystä. Vastaavasti paljon vakavia henkilövahinkoja aiheuttavien kohtausonnettomuuksien merkitys on kasvanut. Niinpä vakavien loukkaantumisten käyttöönottoa päätettiin testata onnettomuusluokkajalla: a) kohtausonnettomuudet, b) jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet ja c) muut onnettomuudet.
- 2) Tietyn tienkohdan nykytilan turvallisuutta arvioidaan onnettomuusmallien ja onnettomuushistorian tietoja yhdistämällä (Peltola, Rajamäki ja Luoma 2013). Mallit lasketan erikseen liittymien ja linjaosuuksien onnettomuuksille. Onnettomuusmallissa on tietyn tieryhmän onnettomuusmäärän oletettu olevan suoran verrannollinen autoliikenteen ajokilometreihin eli onnettomuusriskin on oletettu olevan liikennemäärästä riippumaton. Tässä esiselvityksessä päätettiin testata onnettomuusmalleja, joissa vakioriskin sijaan linjaosuuksilla on liikennemäärästä riippuva riski jokaisella tieryhmällä ja vastaavasti sivutien liikennemääräosuudesta riippuva riski jokaisella liittymäryhmällä. Samalla päätettiin testata tieryhmien ja liittymäryhmien määrän pienentämistä. Tämä kasvattaisi yhdessä ryhmässä tapahtuneiden onnettomuuksien määrää, mikä olisi hyvä satunnaisvaihtelun pienentämisen kannalta.

- 3) Tietyn tienkohdan nykytilan turvallisuutta arvioitaessa on aiemmin liittymä-onnettomuudeksi tulkittu enintään 30 metrin etäisyydelle liittymän keskipisteestä tapahtuneeksi kirjatut onnettomuudet, joissa onnettomuusluokka on ollut kääntyminen, risteäminen, peräänajo, jalankulku, pyörä tai mopoonnettomuus. Vuonna 2016 tehdyssä liittymäonnettomuuksien tutkimuksessa päädyttiin kuitenkin liittymäonnettomuuksiksi tulkitsemaan henkilövahinkoon johtaneet kaikki muut kuin eläinonnettomuudet, jotka ovat tapahtuneet enintään 100 metrin etäisyydellä taajamassa olevasta liittymästä tai enintään 200 metrin etäisyydellä taajaman ulkopuolella olevasta liittymästä (Peltola ja Malin 2016). Tätä liittymäonnettomuuksien määrittelyä päätettiin testata myös tässä esiselvityksessä.

2.2 Lähtötiedot

Tässä esiselvityksessä käytettiin pääosin samoja lähtötietoja ja ne saatiin samoista lähteistä kuin nykyisin käytössä olevissa arviointimenetelmissä:

- Henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien nykytilan arvioinnissa käytettävät tiedot maanteiden tie- ja liikenneolosuhteista ovat peräisin Liikenneviraston ylläpitämästä tierekisteristä.
- Tien läheisyydessä asuvien henkilöiden määrää käytetään apuna jaettaessa maantieverkkoa tie- ja liikenneolosuhteiltaan homogeenisiin tiejaksoihin. Asukasmäärää koskevat tiedot ovat peräisin rakennus- ja huoneistorekisteristä.
- Eri tienkohdissa tapahtuneiden henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien määrä on peräisin Liikenneviraston tietopalvelujärjestelmästä, Tiira.

Aiemmin käytettyjen tietojen lisäksi nyt oli käytettävissä Tilastokeskuksen erillisen hakemuksen perusteella tutkimuskäyttöön luovuttama onnettomuusaineisto (Tilastokeskus 2017). Tätä aineistoa käytettiin vain onnettomuuksista aiheutuneiden henkilövahinkojen vakavuutta koskevista tarkasteluissa, eikä näitä tietoja yhdistetty edellä mainittuihin Liikenneviraston onnettomuusaineistoihin. Käytännössä Liikenneviraston aineistojen perusteella muodostettiin homogeenisten tiejaksojen ja liittymien tiedot ja vain onnettomuuksien lukumääriä yhdistettiin ko. jaksoihin. Yhdistely oli tarkoitus tehdä tierekisteriosoitteiden perusteella, mutta se osoittautui epäluotettavaksi menetelmäksi, sillä 23 % maanteiden onnettomuuksista ei kohdistunut koko nykyisen maantieverkon kattavalle tiestölle. Siksi Tilastokeskukselta haettiin erikseen lupa saada tutkimusaineiston osoitetiedot koordinaatteina. Koordinaattien perusteella yhdistely onnistui huomattavasti paremmin, noin 7 % maanteiden onnettomuuksista jäi kohdistumatta nykyiselle maantieverkolle.

Käytännön syistä tarkasteluissa ei eroteltu eritasoliittymissä tapahtuneita onnettomuuksia, vaan ne kirjautuivat linjaosuuksien onnettomuuksiksi. Keväällä 2017 tehdyn Tarvan tietokannan päivityksen aineistossa kaikista henkilövahinko-onnettomuuksista vain 2 % oli kirjautunut eritasoliittymiin, joten tämän puutteen vaikutukset linjaosuuksien riskeissä ja malleissa voidaan arvioida erittäin pieneksi.

2.3 Vakavien loukkaantumisten lukumäärä

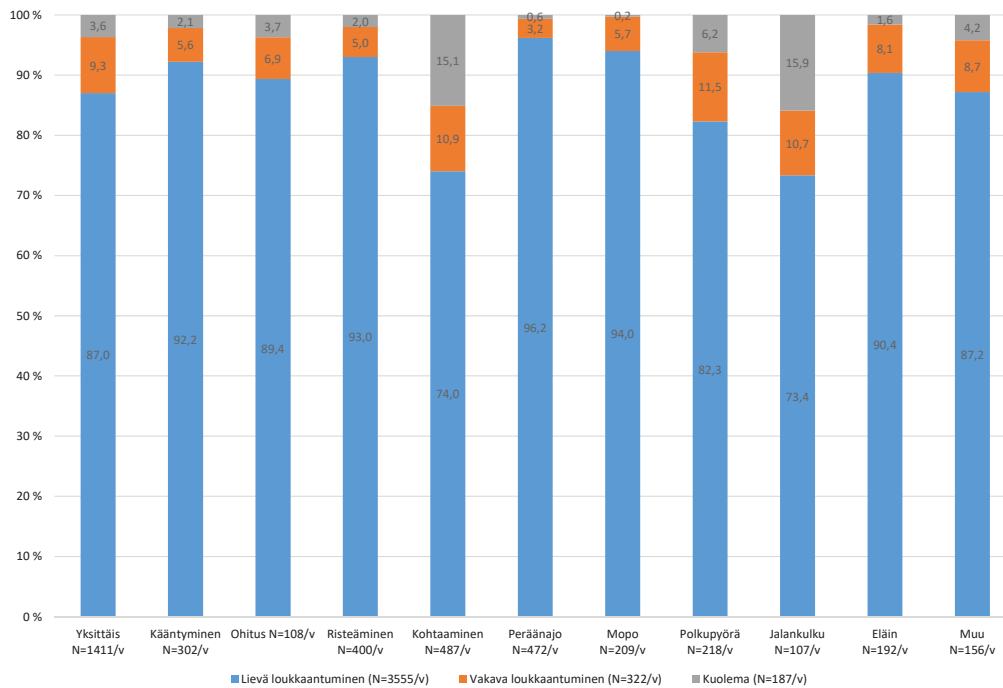
Tilastokeskuksen luovuttaman tutkimusaineiston mukaan vuosina 2014–2015 henkilövahinkojen määrä vuotta kohti oli: 250 kuolemaa, 498 vakavaa loukkaantumista ja 6 557 lievää loukkaantumista (Tilastokeskus 2017). Kaikkien liikennekuolemien arvioidaan päätyvän tilastoon, mutta vakavista loukkaantumisista likimain puolet jää tilastojen ulkopuolelle (Kokkonen 2016).

Vuosien 2014–2015 em. henkilövahingoista koordinaattien perusteella maanteillä tapahtuviksi tulkittiin 187 kuolemaa, 322 vakavaa loukkaantumista ja 3 555 lievää loukkaantumista. Maanteillä tapahtuneiden henkilövahinkojen osuus oli siten: 75 % kuolemista, 65 % vakavista loukkaantumisista ja 54 % lievestä loukkaantumisista. Maanteiden henkilövahinkojen lukumäärien vuosikeskiarvot onnettomuusluokittain on esitetty taulukossa 1. Vakavia sekä lieviä loukkaantumisia tapahtui selvästi eniten yksittäisonnettomuuksissa, mutta eniten kuolemia tapahtui kohtaamisonnettomuuksissa.

Taulukko 1. Maanteillä vuosina 2014–2015 keskimäärin vuodessa kuolleiden, vakavasti loukkaantuneiden ja lievästi loukkaantuneiden lukumäärä onnettomuusluokittain (Tilastokeskus 2017).

Onnettomuusluokka	Kuolema	Vakava loukkaantuminen	Lievä loukkaantuminen
Yksittäis	52	132	1228
Kääntyminen	7	17	279
Ohitus	4	8	97
Risteäminen	8	20	373
Kohtaaminen	74	53	361
Peräänajo	3	15	454
Mopo	1	12	197
Polkupyörä	14	25	180
Jalankulku	17	12	79
Eläin	3	16	174
Muu	7	14	136
Yhteensä	187	322	3555

Sataa lievää loukkaantumista kohti maanteillä tapahtuu keskimäärin 9 vakavaa loukkaantumista ja 5 kuolemaa. Vakavien loukkaantumisten lukumäärä on keskimäärin lähes kaksinkertainen kuolemien määrään verrattuna (kuva 1). Vakavien loukkaantumisten määrä yhtä kuolemaa kohti vaihtelee huomattavasti mm. onnettomuusluokan mukaan: kohtaamisonnettomuuksissa yhtä kuolemaa kohti loukkaantuu vakavasti vain 0,7 henkeä, kun vastaava lukumäärä mopo-onnettomuuksissa on 24.



Kuva 1. Maanteillä vuosina 2014–2015 tapahtuneiden henkilövahinkojen jakautuminen (%) vakavuuden mukaan. Kuvassa esitetyt lukumäärät (N) ovat kaikkien henkilövahinkojen yhteismäärän vuosikeskiarvoja.

3 Turvallisuusvaikutusten arvioinneissa käytetyt ohjelmistot

Tässä luvussa kuvataan keskeiset Liikennevirastossa käytössä olevat liikenneturvallisuuden arviointimenetelmät ja niiden liikenneturvallisuuden arviointiin tarvitsemat lähtötiedot: Turvallisuusvaikutusten arviointi vaikutuskertoimilla, Tarva MT (luku 3.1) ja Tieverkon investointihankkeiden vaikutusten arviointiohjelmisto, IVAR (luku 3.2).

3.1 Turvallisuusvaikutusten arviointi vaikutuskertoimilla, Tarva MT

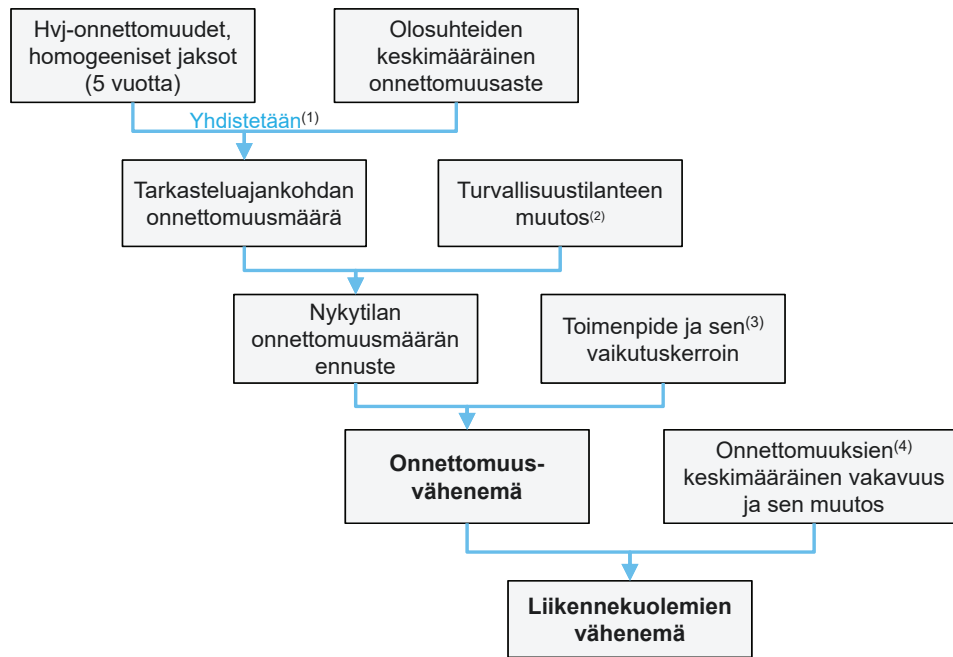
Tarva MT on verkossa toimiva maanteiden turvallisuusarviointeihin tarkoitettu ohjelma, joka on Liikenneviraston toimeksiannosta kehitetty Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ssä.

Ensimmäinen Tarva-versio tehtiin maanteiden nykytilan ja toimenpiteiden turvallisuusvaikutusten arvioitiin vuonna 1994. Myöhemmin Tarva-versioita on tehty niin Suomen tasoristeysten kuin Liettuan maantieverkon turvallisuusvaikutusten arviointiin. Erotuksena muista versioista, Suomen maanteiden arviointiin tarkoitettua versiota kutsutaan nykyisin nimellä Tarva MT ja keväällä 2017 siitä otettiin käyttöön versio 5.5. Seuraavassa kuvataan Tarva MT:n tarkoitusta ja toimintaa sekä sen päivityksessä tarvittavia lähtötietoja. Yleistermillä Tarva tarkoitetaan tässä Tarva MT-versiota.

Tavoite ja toimintaperiaate

Tarva on Suomen koko maantieverkon lähtötiedot kattava arviointiohjelma, jonka tavoitteena on tarjota luotettava tieto turvallisuuden nykytilasta sekä siitä, millaisia vaikutuksia maanteiden paikallaan tapahtuvalla parantamisella olisi. Tavoitteena on, että Tarvalla (i) tuotetaan mahdollisimman luotettavia, helposti ymmärrettäviä ja ajan tasalla olevia arvioita maanteiden nykyisestä turvallisuudesta, (ii) mahdollistetaan tienparannustoimenpiteiden vertailukelpoisten ja luotettavien turvallisuusvaikutusten arvioinnit ja (iii) tuotetaan turvallisuuden parantamisen kustannustehokkuutta kuvaavia tunnuslukuja.

Tarvaa kehitettäessä on pyritty mahdollisimman selkeään ja helposti ymmärrettävään arviointitapaan. Kuvassa 2 on esitetty lyhyesti Tarvan nykyinen laskentaperiaate.



Kuva 2. Tarvan nykyinen laskentaperiaate.

Tarvan arvioinnit tehdään neljässä vaiheessa (numerointi kuvassa 2):

(1) Jokaiselle homogeeniselle tiejaksolle lasketaan mahdollisimman luotettava onnettomuuksien nykyinen määrä onnettomuushistorian ja onnettomuusmallin ennusteen avulla. Onnettomuusmalli lasketaan onnettomuuksille altistuksen ja olosuhteiden keskimääräisten riskien perusteella erikseen linjaosuuksilla (altistuksena ajoneuvokilometrit, liite 1) ja liittymässä (altistuksena saapuvien autojen määrä, liite 2). Onnettomuushistorian ja onnettomuusmallin tietojen yhdistämisessä käytetään tietoa kunkin onnettomuusmallin hyvydestä ja onnettomuuksien satunaisuudesta. Yhdistämisessä onnettomuushistorian painoarvo riippuu käytännössä mallilla ennustetusta onnettomuusmäärästä sekä mallilla selittämättä jääneestä systemaattisen vaihtelun osuudesta (katso laskentaesimerkki alla). Tarvassa arvioidaan erikseen kolmen eri onnettomuusluokan onnettomuudet: autoliikenteen onnettomuudet, suojaamattoman liikenteen onnettomuudet (jalankulku, pyörä ja mopedi) ja eläinonnettomuudet. Tämä johtuu siitä, että eri toimenpiteillä on erilainen vaikutus eri onnettomuusluokan onnettomuuksiin. Onnettomuuksien nykytilan arvion perusteella lasketaan myös onnettomuusindeksin (ONNI) arvot, jotka päivitetään vuosittain tierekisteriin. Niiden perusteella kaikki tierekisterin käyttäjät voivat halutessaan tarkistaa uusimmat Tarvaan laaditut turvallisuusarviot eli onnettomuuksien ja kuolemien määrät linjaosuuksilla sekä liittymissä em. kolmessa onnettomuusluokassa.

(2) Ennuste onnettomuusmäärälle ilman erityisiä turvallisuustoimenpiteitä saadaan nykytilan ennustetun onnettomuusmäärän ja liikenteen kasvun sekä maankäytön olennaiset muutokset yms. huomioon ottavan muutuskertoimen avulla. Muutuskertoimia tarvitsee käytännössä määrittää vain silloin, kun tietyn tienkohdan kehitys arvioidaan olevan selvästi keskimääräisestä poikkeava.

(3) Toimenpiteiden vaikutuksia kuvataan vaikutuskertoimilla (Crash Modification Functions, CMF). Esimerkki vaikutuskertoimista: kiertoliittymä vähentää henkilövahinkoon johtaneita kevyen liikenteen onnettomuuksia 15 % ja autoliikenteen onnettomuuksia 50 %, mutta sillä ei ole vaikutusta eläinonnettomuuksiin. Vaikutuskertoimet ovat siis: 0,85, 0,50 ja 1,00. Tarva ottaa automaattisesti huomioon toimenpiteiden päällekkäisyydet eli sen, että samaa onnettomuutta ei voida vähentää kuin kerran.

(4) Toimenpiteillä voi olla vaikutuksia myös toimenpiteen jälkeen tapahtuvien onnettomuuksien vakavuuteen (kuolleet/100 hvj-onnettomuutta, liite 3). Nämä vaikutukset otetaan huomioon vakavuuden muutuskertoimella. Onnettomuusmäärän ennusteen ja keskimääräisen vakavuuden avulla määritetään kuolemien ennuste ilman toimenpiteitä. Kun ennustetun kuolemien määrän lisäksi otetaan huomioon vakavuuden muutos, saadaan ennuste myös vuosittain vähenevien kuolemien määrälle. Esimerkki vakavuuden muutuskertoimista: kiertoliittymä pienentää kuolemien määrää henkilövahinko-onnettomuuksien määrää kohti kevyen liikenteen onnettomuuksissa 30 % ja autoliikenteen onnettomuuksissa 50 %, mutta sillä ei ole vaikutusta eläin-onnettomuuksien vakavuuteen. Vakavuuden pienenemiskertoimet ovat siis: 0,3, 0,5 ja 0. Nämä vakavuuden pienenemiskertoimet perustuvat suomalaisiin turvallisuustietoihin ja toimenpiteiden kansainvälisesti tutkittuihin vaikutustietoihin.

Nykytilan turvallisuuden laskentaesimerkki

Maaseudulla, 8,4 km pitkällä tiejaksolla on 80 km/h nopeusrajoitus ja tienvarsiasutusta alle 30 asukasta neliökilometrillä. Tien KVL on 3200 ajon/vrk ja viiden vuoden aikana tiellä on tapahtunut 9 auto-onnettomuutta.

Onnettomuusmallin ennuste viiden vuoden auto-onnettomuuksien lukumäärälle lasketaan kaavalla: vuosimäärä * pituus * KVL * onnettomuusaste liitteestä 1. Kun kyseisen tieryhmän onnettomuusaste liitteessä 1 on 3,92, niin mallin arvo $= 5 * 8,4 * 3200 * 3,92 / 100000000 = 1,9$.

Nykytilan turvallisuus lasketaan kaavalla $(A * \text{Onnettomuudet}_{\text{malli}}) + (1-A) * \text{Onnettomuudet}_{\text{historia}}$. Kaavassa oleva onnettomuusmallin painoarvo A lasketaan puolestaan kaavalla $A = K / (K + \text{Onnettomuudet}_{\text{malli}})$. Kun K-arvo liitteestä 1 on 20, onnettomuusmallin painoarvokasi saadaan $20 / (20 + 1,9)$ eli 0,91 – siis 91 prosenttia, mikä tarkoittaa sitä, että onnettomuushistorian painoarvo 1-A on 9 prosenttia. Edellä mainitun nykytilan turvallisuuden laskentakaavan mukaan malli ennuste onnettomuusmääräksi on $(0,91 * 1,9) + (1 - 0,91) * 9 = 2,5$.

Esimerkin tienkohdalla on siten tapahtunut viidessä vuodessa 9 auto-onnettomuutta, mutta kun mallin ennuste on 1,9 onnettomuutta, niin nykytilan uskottavin ennuste on 2,5 onnettomuutta viidessä vuodessa eli K-arvolla 20, joka on suurin laskennoissa käytetty arvo, onnettomuushistorian merkitys on suhteellisen pieni.

Liitteen 3 mukaan tällaisissa olosuhteissa tapahtuu keskimäärin 17 kuolemaa sataa henkilövahinkoon johtanutta onnettomuutta kohti, joten kuolemien määrän ennuste on $2,5 * 17 / 100 = 0,43$ kuolemaa viidessä vuodessa.

Turvallisuuden arviointiin tarvittavat lähtötiedot

Turvallisuuden arviointiin Tarvalla tarvittavat tiedot voidaan jakaa kahteen osaan: Tarvan käyttäjän tarvitsemat tiedot ja Tarvan tietokannan luontiin ja päivitykseen tarvittavat tiedot.

Tarvan käyttäjän tarvitsee määrittää, mikä toimenpide tehdään ja missä toimenpide toteutetaan. Yleensä toimenpide valitaan valmiiksi määritettyjen toimenpiteiden listasta. Kullekin toimenpiteelle on määritetty vaikutuskertoimien lisäksi keskimääräiset yksikkökustannukset – toimenpiteestä riippuen yhtä toimenpidettä tai yhtä toimenpidekilometriä kohti. Näiden sijaan käyttäjä voi käyttää laskennassa todellisia kustannuksia, mikäli ne ovat tiedossa. Mikäli toimenpidelistassa ei ole valmiina

sopivaa toimenpidettä, Tarvan käyttäjä voi määrittää oman toimenpiteen kertoimet ja kustannukset.

Tarvan tietokannan päivitystä varten tarvitaan tiedot kaikkien tietokantaan sisällytettävien maanteiden tie-, liikenne- ja onnettomuustiedoista. Nämä tiedot saadaan Liikenneviraston tierekisteristä ja Liikenneviraston Tiira-tietopalvelujärjestelmästä. Lisäksi homogeenisiä tiejaksoja muodostettaessa käytettävistä tien läheisyydessä asuvien ihmisten määristä saadaan tieto rakennus- ja huoneistorekisteristä.

Tarvan tietokanta sisältää myös tietoja toimenpiteiden vaikutuskertoimista ja kustannuksista. Vaikutuskertoimet on määritetty eri maissa tehtyjen tutkimusten tulosten perusteella ottaen huomioon olosuhteiden vertailukelpoisuus Suomen oloihin. Turvallisuusvaikutuksista on ajoittain tehty kirjallisuuskatsaus, esimerkiksi Malmivuo ja Peltola (2004). Vuoden 2004 jälkeen vaikutuskertoimia on muutettu ja täydennetty vain, kun jokin uusi merkittävä tutkimustulos on noussut esille Liikenneviraston toiminnan suunnittelussa tai tieteellisessä julkaisussa. Toimenpiteiden yksikkökustannukset on viimeksi päivitetty vuonna 2014, jolloin Ramboll Oy selvitti uusimmat kustannustiedot Fore-kustannushallintaohjelmiston tietojen perusteella. Kustannuksiin liittyy myös kunkin toimenpiteen keskimääräinen vaikutusaika – ne on arvioitu kunkin toimenpiteen luonteen mukaan. Kulloinkin käytössä olevat toimenpiteet, kustannukset ja vaikutusajat näkyvät Tarva-ohjelmassa olevista lyhyistä käyttöohjeista.

3.2 Tieverkon investointihankkeiden vaikutusten arviointiohjelmisto, IVAR3

IVAR-ohjelmisto on Liikenneviraston omistama alun perin 1990-luvulla kehitetty vaikutusten arviointiohjelmisto, joka perustuu tieverkon kuvaamiseen linkkeinä ja solmuina. Ohjelmistoa on uudistettu useaan kertaan, jolloin muutokset ovat koskeneet sekä käyttöympäristöä ja käyttöliittymää että eri laskentamalleja ja niihin liittyviä parametrisoituja. Turvallisuusvaikutusten laskentamallit on uusittu kokonaan vuonna 2010, jolloin tavoitteena oli muodostaa mallit, jotka pääosin perustuvat tierekisteristä saatavien tietojen lisäksi Tarva-ohjelmiston luokituksiin ja malleihin. Uudistus perustui vuonna 2008 tehtyyn esiselvitykseen (Ristikartano ym. 2008).

Viimeisin käyttöliittymältään kokonaan uusi versio IVAR3 otettiin käyttöön syksyllä 2015 ja sen jälkeen tehdyt muutokset ovat koskeneet joko ohjelmistovirheiden korjauksia tai joidenkin yksittäisten laskentamallien uusimista. Ohjelmiston toimintaa on kuvattu vuonna 2017 julkaistussa käyttöoppaassa (Liikennevirasto 2017). Seuraavassa kuvataan tiivistetysti ohjelmiston yleistä toimintaa ja hieman tarkemmin turvallisuusvaikutusten arviointimenetelmää.

Tavoite ja toimintaperiaate

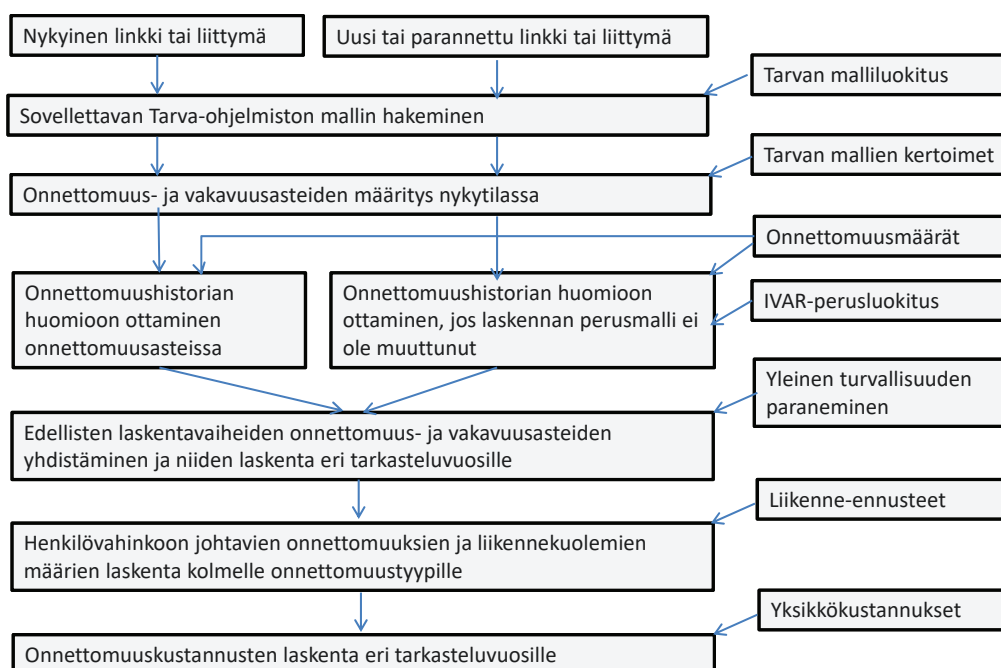
IVAR3-ohjelmistoa käytetään sekä tieverkon nykytilan kuvaamisessa että tiehankkeiden hankearvioinnissa. Ohjelmistolla voidaan arvioida liikenteen kehittymisen vaikutuksia sekä ilman toimenpiteitä että suunniteltujen parantamistoimenpiteiden jälkeen. Ohjelmisto tarkastelee tietä aina homogeenisinä linkkeinä ja niitä yhdistävinä solmuina. Solmut, joihin tulee enemmän kuin kaksi linkkiä, tarkastellaan liittymänä. Ohjelmiston laskentaprosessit sisältävät nopeuksien ja viivytysten laskennan eri liikenne-

tilanteissa, liikenteellisen palvelutason määrittämisen, turvallisuusvaikutusten arvioinnin, polttoaineenkulutuksen ja pakokaasupäästöjen laskennan, karkean melutarkastelun sekä ajo- ja ympäristökustannusten laskennan. Eri tarkastelujen tulokset ovat katsottavissa linkeittäin ja liittymittäin kultakin tarkasteluvuodelta, mutta yksittäisten toimenpiteiden vaikutuksia tuloksiin ei eritellä.

Ohjelmistoon määritellään hankkeen kustannukset erillisillä selvityksillä mutta hyötyjen ja mahdollisten haittojen kustannusten arvioinneissa käytetään hyväksyttyjä yksikköhintoja.

Ohjelmistolla verrataan aina kahta vaihtoehtoista tilannetta (vertailuvaihtoehto ja hankevaihtoehto) ja vertailuvaiheessa linkkien ja liittymien vaikutukset eri tarkastelutekijöihin ja kustannuksiin lasketaan yhteen. Viimeiseksi ohjelmisto muuntaa ja diskonttaa kaikki kustannukset laskentajakson (yleensä 30 vuotta) ajalta kannattavuuslaskentaan, jonka tunnuslukuina esitetään hyöty-kustannussuhde ja investoinnin pääoma-arvo.

Ohjelmiston turvallisuuslaskenta perustuu pääosin Tarva-ohjelmiston pohjalta tehtyihin malleihin. Lähtötietoina käytetään sekä tierekisteriin pohjautuvia että käyttäjän suunnitelmiin perustuvia tietoja linkkien ja liittymien ominaisuuksista. Onnettomuustiedoista mukana ovat linkki- ja liittymätasolla kaikkien onnettomuuksien kokonaismäärä sekä erikseen henkilövahinkoon johtaneet onnettomuudet auto-, jk+pp+mopo- ja eläinonnettomuuksiin jaoteltuna viiden viimeisen vuoden ajalta. Yksittäisistä onnettomuuksista ja niiden seurauksista ei ole tarkempia tietoja. Näiden onnettomuustietojen lisäksi käytettävissä ovat tierekisteristä saatavat onnettomuus- ja vakavuusastetiedot (ONNI-tiedot), jotka on tierekisteriin muodostettu Tarvan nykytilan turvallisuustiedon pohjalta. Käyttäjä voi täydentää onnettomuusmäärätietoja, mutta tierekisterin onnettomuusastetietoihin käyttäjä ei voi vaikuttaa. Kuvassa 3 on tiivistetysti kuvattu IVAR3-ohjelmiston nykyistä turvallisuusvaikutusten arvioinnin laskentaperiaatetta.



Kuva 3. IVAR3-ohjelmiston turvallisuusvaikutusten nykyinen laskentaperiaate.

Ohjelmiston arviointiprosessi on erilainen riippuen siitä, onko tarkasteltava linkki tai liittymä nykyinen, parannettu vai kokonaan uusi. Nykyisille linkeille osa laskennoista tehdään jo siinä vaiheessa, kun linkin tai liittymän tiedot haetaan ohjelmiston tierekisteriaineistosta. Nämä laskentatiedot talletetaan erikseen, jolloin parannettavilla linkeillä ne ovat käytettävissä vertailuaineistona. Uusille linkeille tai liittymille etukäteislaskentaa ei tehdä.

Arviointiprosessin ensimmäisenä vaiheena on tunnistaa ohjelmiston lähtötietojen perusteella, minkä Tarva-ohjelmiston tie- tai liittymäryhmän malliluokkaa pitää käyttää. Lähtötiedot ovat pääosin peräisin tierekisteristä mutta käyttäjä voi täydentää tai muuttaa niitä. Tunnistamisen apuna ovat ohjelmistoon tehty parameträmäärittelyt. Seuraavaksi haetaan kullekin linkille tai liittymälle Tarva-ohjelmiston mukaiset hvj-onnettomuusasteet sekä vakavuusasteet. Muutamille IVAR3-ohjelmiston väylä- ja liittymätyypeille on määritetty lisäksi erilliset korjauskertoimet, koska Tarva-ohjelmistossa näille ei ole omia malleja. Keskikaiteellisten ohituskaistateiden erityisongelmana on se, että tierekisterissä ja Tarva-ohjelmistossa ne on IVAR3-ohjelmistosta poiketen tarkasteltu kaksiajorataisina teinä, jolloin uusien keskikaideteiden rakentamiselle on vaikea määrittellä malleja, jotka ovat yhdenmukaisia Tarva-ohjelmiston vaikutuskertoimille.

Onnettomuushistoria otetaan huomioon painokertoimilla, jotka on muodostettu Tarva-ohjelmiston K-kertoimien, liikennemäärien ja linkin pituuksien avulla. Näin saatu yhdistetty tulos vastaa varsin hyvin Tarva-ohjelmiston tuloksia nykyisille linkeille ja liittymille, mutta soveltuu vain osittain parannettaville tai uusille linkeille ja liittymille. Jos linkin tai liittymän IVAR-perusluokitus (mm. väylätyyppi ja liittymätyyppi) on muuttunut, ei historiatieto enää kuvaa uutta tilannetta. Yksiselitteistä menettelyä ei ole onnistuttu laatimaan ja käyttäjän tekemistä valinnoista riippuen tuloksiin voi tulla merkittäviäkin eroja.

Edellisten laskentavaiheiden onnettomuusasteiden yhdistämisessä otetaan lisäksi huomioon muutamat erikseen määritellyt toimenpiteet (esim. nopeusrajoitusmuutokset, valaistus, liikenteen automaattivalvonta) sekä Tienhankkeiden arviointiohjeessa (Liikennevirasto 2013) määritellyt mallit yleisen turvallisuustilanteen paranemisesta.

Onnettomuusmäärien arvioinnissa eri tarkasteluvuosille otetaan huomioon kullekin linkille ja liittymälle määritetty liikenne-ennuste. Arviointi tehdään ensin henkilövahinkoon johtavien onnettomuuksien osalta ja sitä täydennetään liikennekuolemia koskevilla arvioilla. Viimeisenä vaiheena on onnettomuuskustannusten määrittäminen yksikköarvojen avulla. Samalla otetaan huomioon yksikköarvojen tuleva korotus viimeisimpien ohjeiden mukaisesti.

Verkollisissa tarkasteluissa verkon kaikkien linkkien ja liittymien tulokset (onnettomuusmäärät ja -kustannukset) lasketaan yhteen ja parantamishankkeen vertailuissa tarkastellaan näiden yhteenlaskettujen tulosten avulla hankkeen vaikutuksia.

Turvallisuuden arviointiin tarvittavat lähtötiedot

IVAR3-ohjelmiston turvallisuusvaikutusten arviointiin tarvitaan kolmen tyyppisiä lähtötietoja: Tierekisteristä saatavat tiedot, käyttäjän niihin tekemät täydennykset tai muutokset sekä pääosin Tarva-ohjelmistoon perustuvat turvallisuutta koskevat parametritiedot.

Tierekisteristä saadaan pääosa arviointiin tarvittavista tiedoista, kuten linkkien ja liittymien ominaisuuksista, liikennemääristä ja onnettomuusmääristä. Viime vuosina liittymien onnettomuuksia ei ole saatu tierekisteriin tehdyistä muutoksista johtuen. Tierekisteritiedot päivitetään vuosittain ja samalla niitä täydennetään ohjelmiston vaatimilla perustiedoilla kuten väylä- ja liittymätyypeillä.

Käyttäjä voi täydentää tai korjata tierekisteristä saatuja puutteellisia tai virheellisiä lähtötietoja. Useimmille puuttuville tietolajeille (esim. alemman tieverkon geometriatiedot) on ohjelmistossa määritetty oletusarvot, jotka ovat helposti käytettävissä. Parannettavien tai kokonaan uusien linkkien tai liittymien lähtötiedoista vastaa käyttäjä. Lähtötiedot määritetään vastaavalla tarkkuudella kuin mitä tierekisteristä saadaan. Käyttäjä voi lisäksi päättää, käytetäänkö parannettavilla kohdilla historiatietoja enää hyväksi laskennassa.

Tarva-ohjelmiston mukaiset parametritiedot päivitetään keskitetysti yleensä tierekisteripäivityksen yhteydessä. Pohjana on tällöin viimeisimmän Tarva-version määrittämisessä käytetyt tulokset Excel-muodossa. IVAR3-ohjelmiston tietokannan rakenteesta ja käyttötavasta johtuen etenkin vakavuusasteita keskinkertaistetaan linkeillä ja liittymiin määritetään erilliset vakavuusasteet.

IVAR3-ohjelmistossa ei käytetä suoraan Tarva-ohjelmiston mukaisia vaikutuskertoimia ohjelmiston rakenteesta johtuen. Pääosin toimenpiteillä saatavat muutokset onnettomuusmääriin lasketaan tien tai liittymän ominaisuuksien avulla. Muutamien lähinnä liikennemerkkeillä määriteltävien toimenpiteiden tai väylää täydentävien ominaisuuksien vaikutukset otetaan huomioon erillisillä Tarvaan pohjautuvilla kertoimilla. Näitä ovat esimerkiksi erilaiset nopeusrajoitukset, stop-merkki, valaistus ja kevyen liikenteen ratkaisut. Käyttäjä voi lisäksi määrittää yksittäisille linkeille tai liittymille parantamisprosentin erikseen hvj-onnettomuuksille ja liikennekuolemille, joiden avulla voidaan ottaa huomioon niitä Tarvaan pohjautuvia vaikutuskertoimia, jotka eivät muuten tule esiin itse laskennassa.

3.3 Ohjelmistojen yhteensopivuuteen liittyvät ongelmat

Nykytilan laskenta antaa kummassakin ohjelmistossa pääosin yhtäläiset tulokset, koska IVAR3-ohjelmisto käyttää nykytilan arvioimisessa tienrekisteritietojen lisäksi Tarva-ohjelmistosta tierekisteriin vietyjä linkki- ja liittymäkohtaisia onnettomuus- ja vakavuusastetietoja. Pieniä eroja voi tulla IVAR3:ssa määriteltujen väylä- ja liittymätyyppien takia, koska niiden jaottelu poikkeaa Tarvan tie- ja liittymäryhmien jaottelusta. Linkkien osalta eroja voi todennäköisesti tulla keskikaiteellisten ohituskaistateiden ja liittymissä erilaisten eritasoliittymätyyppien määrittelyjen takia. Käytännössä molemmat ohjelmistot arvioivat nykytilaa yhtä luotettavasti.

Toimenpiteiden vaikutusten arviointimenetelmät eroavat ohjelmistoissa oleellisesti, mikä nykyisin aiheuttaa selkeästi ristiriitaisia tuloksia. IVAR3:ssa ei ole mahdollista käyttää kuin rajoitetussa määrin Tarvan mukaisia vaikutuskertoimia, koska alkuperäistä ja parannettua linkkiä tai liittymää ei ohjelmistorakenteesta johtuen suoraan verrata toisiinsa vaan kumpikin lasketaan erillisenä osana tarkasteltavia verkkoja. Ongelmat eivät kuitenkaan tule vaikutuskertoimista vaan tavasta yhdistää onnetto-

muusmallin tulos onnettomuushistoriaan. Tarvassa käytetty tapa, jossa homogeenisellä tiejaksolla tapahtuvaksi ennustettu onnettomuusmäärä (ja siten mm. linkin pituus) vaikuttaa olennaisesti yhdistämisprosessiin, ei ole mielekäs IVAR3:ssa, koska IVAR3-ohjelmiston homogeenisten linkkien pituudet ovat muiden laskentamallien tarpeista johtuen oleellisesti lyhyempiä kuin Tarvassa. Lyhyiden homogeenisten osuuksien kokonaisuudelle ei saada samaa onnettomuusennustetta kuin käsiteltäessä sitä yhtenä kokonaisuutena. Sama tilanne syntyy, jos toimenpide tehdään vain osalle homogeenista osuutta. Tarvassa homogeenisten jaksojen jako osiin ei ole samanlainen ongelma, koska onnettomuushistorian ja mallin yhdistäminen tehdään ennen kuin toimenpiteiden vaikutukset määritetään.

Tiepituudeltaan lyhyiden riskikasautumien luotettavan arvioinnin kannalta ongelmallisena voidaan pitää sitä, että niissä onnettomuushistorian painoarvo jää usein hyvin pieneksi, mistä syystä niitä on vaikea luotettavasti havaita. Käytännössä Tarva-malleihin määritettyjen k-kertoimien vaihtelualueen yläraja (20) on niin suuri, että useissa tilanteissa mallin painoarvo nousee selvästi yli 90 prosentin, jolloin tapahtuneella onnettomuushistorialla on vain marginaalinen vaikutus lopputulokseen. Luvussa 4 esitetyssä mallinnuksessa k-arvot määritetään aiempaa suuremmista onnettomuusmääristä, minkä voidaan odottaa vähentävän k-arvojen vaihtelua ja siten mm. erittäin suuria k-arvoja, jotka johtavat onnettomuushistorian pieniin painoarvoihin. IVAR3-ohjelmiston lyhyempiin linkkipituuksiin liittyvää ongelmaa tämäkään ei ratkaise.

Tarvassa käytetty onnettomuushistorian ja mallin tietojen yhdistäminen k-arvon avulla ei nykyisellään toimi hyvin IVAR3:ssa silloin, kun malleilla joudutaan laskemaan nykytilasta poikkeavia tilanteita. Tämä ongelma voitaisiin ratkaista esimerkiksi määrittelemällä mallin painoarvo joko mallin selitysasteen tai k-arvon pohjalta lasketun mallin keskimääräisen painoarvon perusteella.

4 Uusi tapa arvioida maateiden nykytilan turvallisuus

Henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien nykytilan ennusteen laskenta nyt testattavassa uudessa laskentatavassa ei poikkea olennaisesti aiemmasta menettelystä ja laskenta tapahtuu käyttäen samoja lähtötietoja kuin ennenkin (luku 2.2). Vakavien loukkaantumisten ennustamisen yhteydessä päätettiin kuitenkin testata joitakin uudistuksia, jotka vaikuttavat myös henkilövahinkoon johtavien onnettomuuksien nykytilan laskentaan. Siksi myös henkilövahinko-onnettomuuksien laskelmien päivitys testattiin.

Keväällä 2017 tehdyssä päivityksessä käytetyt kolme onnettomuusluokkaa ja niiden hvj-onnettomuuksien kokonaismäärät viidessä vuodessa olivat a) auto-onnettomuudet (N= 10 998), b) jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet (N= 1 989) ja c) eläin-onnettomuudet (N= 680). Nyt testattiin laskentoja onnettomuusluokkajolla: a) kohtaamisonnettomuudet (N= 1 199), b) jalankulku-, pyörä ja mopo-onnettomuudet (N= 1 907) ja c) muut onnettomuudet (N= 10 102). Aiemmin onnettomuusmallina käytettiin keskimääräistä onnettomuusriskiä kullakin tieryhmällä (liitteet 1 ja 2), mutta nyt testattiin linjaosuuksilla liikennemäärästä ja liittymissä sivutien liikennemääräosuudesta riippuvien riskien käyttöä onnettomuusmallina.

Aiemmin liittymäonnettomuudeksi on tulkittu enintään 30 metrin etäisyydelle liittymän keskipisteestä tapahtuneeksi kirjatut onnettomuudet, joissa onnettomuusluokka on ollut kääntäminen, risteäminen, peräänajo, jalankulku-, pyörä- tai mopo-onnettomuus. Vuonna 2016 tehdyssä liittymäonnettomuuksien tutkimuksessa päädyttiin kuitenkin liittymäonnettomuuksiksi tulkitsemaan kaikki henkilövahinkoon johtaneet muut kuin eläinonnettomuudet, jotka ovat tapahtuneet enintään 100 metrin etäisyydellä taajamassa olevasta liittymästä tai enintään 200 metrin etäisyydellä taajaman ulkopuolella olevasta liittymästä. Tätä liittymäonnettomuuksien määrittelyä päätettiin testata myös tässä esiselvityksessä. Käytännössä tämä muutos pienensi jonkin verran linjaosuuksilla tapahtuneiksi tulkittuja onnettomuuksia, mutta vastaavasti lisäsi liittymäonnettomuuksien määrää.

Kuten nykyisessä arviointitavassa, maateiden linjaosuuksien ja liittymien turvallisuus arvioidaan erikseen – käyttäen samoja mallinnusperiaatteita kuin aiemmin, mutta mallinnuksessa käytettyjä tieryhmiä vähentäen ja lisäämällä liikennemäärä mallin muutujaksi. Luvussa 4.1 kuvataan linjaosuuksien ja luvussa 4.2 liittymien henkilövahinkoonnettomuuksien määrän arviointi. Sen jälkeen on luvussa 4.3 kuvattu vakavien henkilövahinkojen määrän arviointi perustuen henkilövahinko-onnettomuuksien määrään ja niissä aiheutuneiden henkilövahinkojen keskimääräisiin lukumääriin.

4.1 Henkilövahinkoon johtaneet onnettomuudet liittymien ulkopuolella

Liittymien ulkopuolella, linjaosuuksilla tapahtuneiden henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärä on vuosien kuluessa pienentynyt turvallisuustilanteen parantumisen myötä, minkä lisäksi nyt testattava liittymäonnettomuuksien uudelleen määrittely pienensi linjaonnettomuuksien lukumäärää (11 735 -> 10 114 onnettomuutta viidessä vuodessa tarkasteluajanjakson ennallaan säilyneillä tienkohdilla). Jotta tieryhmien onnettomuusmäärät eivät liiaksi pienenis, tieryhmiä pyrittiin vähentämään yhdistelemällä tieryhmiä ja muuttamalla onnettomuusmallit sellaisiksi, että kullakin tieryhmällä on keskimääräisestä vuorokausiliikennemäärästä riippuva riski, kun aiemmin kullekin tieryhmälle määritettiin liikennemäärästä riippumaton riski (liite 1). Jotta uusien tieryhmien keskimääräistä riskiä voitaisiin verrata aiempien tieryhmien riskeihin, taulukkoon 2 laskettiin kunkin tieryhmän keskimääräiset riskit.

Taulukko 2. Linjaosuuksien hvj-onnettomuuksien aste (onnettomuudet/100 miljoonaa ajoneuvokilometriä) mallinnuksessa käytetyillä tieryhmillä ja onnettomuusluokilla vuosina 2012–2016.

Tieryhmä	Nopeus- rajoitus	Kaikki hvj- onnettomuudet	Onnettomuusluokittain		
			Koht ⁽¹⁾	JkPpMopo ⁽²⁾	Muut ⁽³⁾
1 Moottoritie	100 km/h	2,45	0,04	0,05	2,36
	120 km/h	2,04	0,05	0,02	1,96
2 Muu 2-ajoratainen	≤ 70 km/h	7,64	0,04	1,30	6,30
	≥ 80 km/h	3,20	0,04	0,15	3,01
3 Moottoriliikennetie	Kaikki	3,17	0,74	0,19	2,23
4 Päätie, alle 30 as/km ²	≤ 70 km/h	4,37	0,36	0,36	3,64
	80 km/h	5,25	0,76	0,39	4,10
	100 km/h	5,14	0,93	0,20	4,01
5 Päätie, vähintään 30 as/km ²	≤ 70 km/h	4,16	0,57	0,72	2,87
	80 km/h	4,10	0,75	0,32	3,03
	100 km/h	4,74	0,93	0,37	3,43
8 Muu tie, alle 30 as/km ²	≤ 70 km/h	9,93	0,99	0,84	8,10
	80 km/h	8,16	0,86	0,44	6,87
	100 km/h	7,02	0,47	0,39	6,15
9 Muu tie, vähintään 30 as/km ²	≤ 70 km/h	9,75	1,00	1,36	7,38
	80 km/h	7,23	0,71	0,92	5,60
	100 km/h	5,27	0,64	0,32	4,31
12 Soratiet	≤ 70 km/h	16,86	2,16	1,96	12,74
	80 km/h	11,35	1,44	0,55	9,37
13 Taajamamerkki	≤ 40 km/h	14,67	0,28	7,79	6,60
	50 km/h	8,61	0,62	3,43	4,56
	60 km/h	7,93	0,25	2,42	5,26
15 Tilastotaajama, päätie	≤ 70 km/h	4,74	0,51	0,93	3,30
	80 km/h	4,26	0,59	0,53	3,14
	100 km/h	3,97	0,79	0,34	2,84
17 Tilastotaajama, muu tie	≤ 50 km/h	9,42	0,55	2,79	6,08
	60–70 km/h	7,16	0,57	1,87	4,73
	≥ 80 km/h	6,15	0,40	1,03	4,73

(1) Kohtaamisonnettomuudet. (2) Jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet. (3) Muut onnettomuudet.

Taulukon 2 ja liitteen 1 tietojen vertailusta voidaan tehdä mm. seuraavat havainnot:

- Uudessa tieryhmittelyssä (taulukko 2) on yhdistelty samaan tieryhmään kapeat ja leveät päätiet sekä maaseudun pääteillä että maaseudun alempiasteisilla teillä. Näin voitiin tehdä, koska nyt mallinnukseen lisätty KVL ottaa huomioon samoja asioita kuin tien leveys.

- Taajamamerkkitaajamien tieryhmä ja tilastollisen taajaman tieryhmä sekä pääteillä että alemmalla tieverkolla mallinnettiin nyt ilman liikennemäärän mukaan tehtyä kahtiajakoa.
- Hyvin pienen havaintoaineiston välttämiseksi moottoriteiden enintään 80 km/h nopeusrajoituksen tienkohdat on yhdistetty 100 km/h rajoituksen tienkohtiin.
- Kohtaamisonnettomuuksien riskit ovat kokonaisuutena samaa suuruusluokkaa kuin kaikkien jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuuksien yhteinen riski (maanteillä tapahtui vuodessa keskimäärin 204 kohtaamisonnettomuutta ja 252 jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuutta)
- taulukon 2 kokonaisriskit ovat keskimäärin hieman pienempiä kuin vastaavat riskit liitteessä 1, mikä aiheutuu liittymäonnettomuuden tulkinnan muutoksesta. Aiemmalla määrittelyllä linjaosuuksilla tapahtui 11 548 hvj-onnettomuutta, kun se nykyisellä määrittelyllä on 9 955 hvj-onnettomuutta eli 14 % aiempaa vähemmän.

Taulukossa 2 onnettomuusluokan *muut* linjaonnettomuuksista likimain puolet oli yksittäisonnettomuuksia (51 %) ja seuraavaksi yleisimpiä onnettomuusluokkia ovat peräänajot (14 %), risteämiset (12 %) ja kääntymiset (9 %). Vastaavasti aiemmin käytössä olleen luokittelun (liite 1) *auto-onnettomuuksista* likimain puolet oli yksittäisonnettomuuksia (48 %) ja seuraavaksi yleisimpiä onnettomuusluokkia olivat peräänajot (13 %), risteämiset (11 %) ja kääntymiset (11 %).

Linjaonnettomuuksien onnettomuusmallit

Testiluontoisesti laadittiin henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien lukumäärän ennustamiseksi mallit kaikille niille tarkasteluajan (vuodet 2012–2016) ennallaan säilyneille homogeenisille tiejaksoille, joita on käytetty myös kevään 2017 Tarva MT:n tietokannan päivityksessä. Mallit laadittiin erikseen kullekin taulukon 2 onnettomuusluokalle sekä onnettomuuksien kokonaismäärälle, vaikka onnettomuuksien kokonaismäärä Tarvassa lasketaan kolmen onnettomuusluokan onnettomuusmäärien summana. Mallit laadittiin SPSS:n yleisten lineaaristen mallien GLM-komennolla käyttäen logaritmista linkkifunktiota ja oletuksena Poisson-jakauma.

Mallinnuksessa käytettiin taulukon 2 tieryhmiä ja kunkin linkin ajoneuvokilometrien määrä viidessä vuodessa otettiin huomioon ns. offsetillä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että suoritteiden erot poistettiin mallinnusaineistosta ja mallit laadittiin ennustamaan onnettomuusasteen vaihtelua. Onnettomuusasteen suuruutta selittävänä muuttujana käytettiin tieryhmästä riippuvaa KVL-kerrointa. Esimerkkinä laskennan tuloksista on liitteessä 4 esitetty linjaosuuksien kaikkien hvj-onnettomuuksien lukumäärän malli ja taulukossa 3 on esitetty yhteenvetona malleista eri onnettomuusluokkien B-arvo eli liikennemäärän potenssi ja sen tilastollinen merkitsevyys sekä vakiotermien suuruudet.

Malleihin perustuvat onnettomuusmäärät lasketaan kaavalla: $e^{\text{vakiotermi}} * KVL^B * \text{ajoneuvokilometrit}$. Liitteessä 4 on esitetty mallin tulkintaesimerkki.

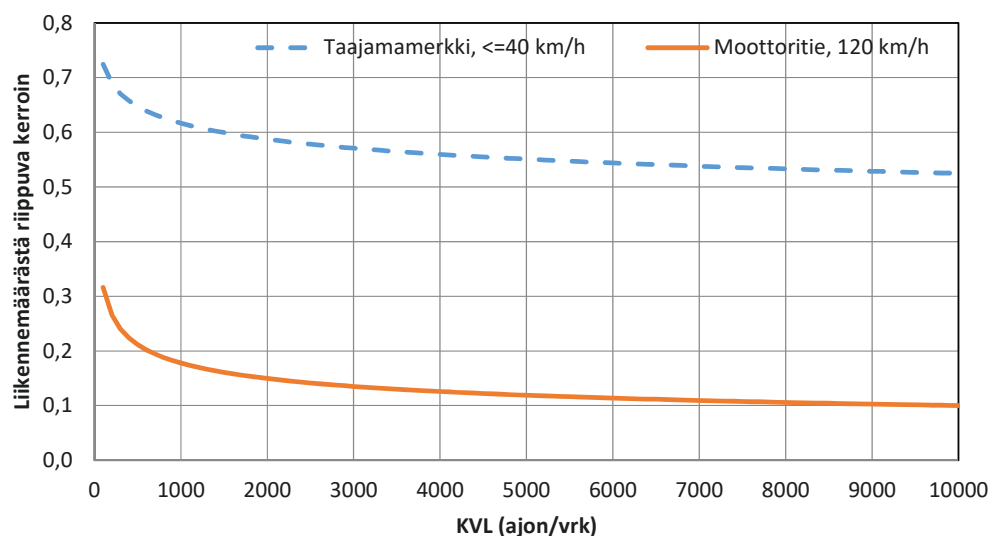
Taulukko 3. Linjaosuuksien hvj-onnettomuuksien mallin kertoimet ja niiden tilastolliset varmuudet maanteiden linjaosuuksien onnettomuusmäärille vuosina 2012–2016.

Tieryhmä	Nopeus- rajoitus	Kaikki hvj- ⁽¹⁾ onnettomuudet		Onnettomuusluokitta			
				Kohtaaminen ⁽²⁾		JkPpMopo ⁽³⁾	
		B ⁽⁵⁾	Sig. ⁽⁶⁾	B ⁽⁵⁾	Sig. ⁽⁶⁾	B ⁽⁵⁾	Sig. ⁽⁶⁾
1 Moottoritie	100 km/h	-0,22	0	-0,32	0	-0,40	0
	120 km/h	-0,25	0	-0,31	0	-0,49	0
2 Muu 2-ajoratainen	≤ 70 km/h	-0,12	0	-0,32	0	-0,10	0,1
	≥ 80 km/h	-0,20	0	-0,33	0	-0,30	0
3 Moottoriliikennetie	Kaikki	-0,22	0	-0,04	35	-0,31	0
4 Alle 30 as/km ²	≤ 70 km/h	-0,22	0	-0,13	9,5	-0,25	0,1
	80 km/h	-0,19	0	-0,04	23,6	-0,26	0
	100 km/h	-0,20	0	-0,02	61,8	-0,34	0
5 Vähintään 30 as/km ²	≤ 70 km/h	-0,22	0	-0,08	23,9	-0,18	0,3
	80 km/h	-0,22	0	-0,04	24	-0,27	0
	100 km/h	-0,20	0	-0,02	68	-0,26	0
8 Alle 30 as/km ²	≤ 70 km/h	-0,14	0	-0,02	70,7	-0,18	0
	80 km/h	-0,17	0	-0,03	44,5	-0,30	0
	100 km/h	-0,18	0	-0,11	4,6	-0,29	0
9 Vähintään 30 as/km ²	≤ 70 km/h	-0,14	0	-0,02	68,6	-0,13	0,1
	80 km/h	-0,18	0	-0,07	13,6	-0,18	0
	100 km/h	-0,21	0	-0,06	42,8	-0,32	0,2
12 Soratiet	≤ 70 km/h	-0,09	0,1	0,13	10,9	-0,11	16,5
	80 km/h	-0,17	0	0,06	40,1	-0,38	0
13 Taajamamerkki	≤ 40 km/h	-0,07	0	-0,18	0,2	0,11	0
	50 km/h	-0,13	0	-0,06	11	0,01	87,3
	60 km/h	-0,14	0	-0,18	0,2	-0,03	28,3
15 Tilastotaajama, päätie	≤ 70 km/h	-0,19	0	-0,09	3,4	-0,14	0
	80 km/h	-0,21	0	-0,07	5,8	-0,21	0
	100 km/h	-0,22	0	-0,04	43,5	-0,26	0
17 Tilastotaajama, muu tie	≤ 50 km/h	-0,14	0	-0,10	5,2	-0,02	53,1
	60–70 km/h	-0,16	0	-0,08	4,6	-0,07	3,2
	≥ 80 km/h	-0,18	0	-0,13	1,1	-0,15	0

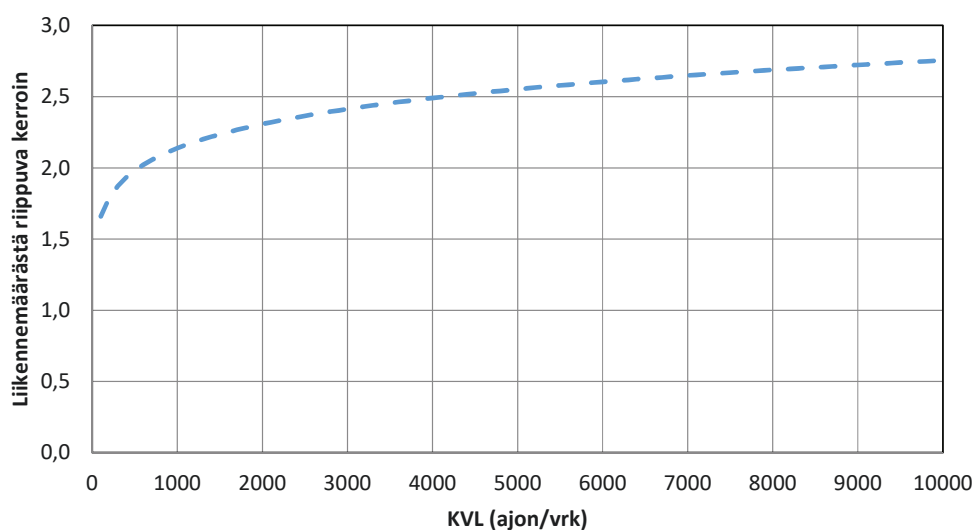
(1) Kaikki hvj-onnettomuudet, mallin vakiotermi -5,963. (2) Kohtaamisonnettomuudet, mallin vakiotermi -9,127. (3) Jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet, mallin vakiotermi -8,035. (4) Muut onnettomuudet, mallin vakiotermi -6,034. (5) Mallin B-kerroin, jonka avulla kullekin tienkohdalle lasketaan liikennemäärästä riippuva kerroin kaavalla KVLB. (6) Kertoimen B tilastollinen epävarmuus (%), joka kuvaa riippuvuuden todennäköisyyttä johtua satunnaisvaihtelusta. Luku 0 tarkoittaa, että riippuvuus on tilastollisesti merkitsevä vähintään 99,9 % todennäköisyydellä. Huomautus: Liitteeseen 4 verrattuna erona on se, että tässä merkitsevyys esitetään prosentteina eli mallista saatu luku on kerrottu sadalla.

Taulukosta 3 voidaan tehdä seuraavia havaintoja linjaosuuksien malleista:

- **Kaikkien hvj-onnettomuuksien** lukumäärän mallissa jokaisen tieryhmän KVL-kerroin on tilastollisesti merkitsevä vähintään 99,9 % merkitsevyystasolla. Kaikkien onnettomuuksien mallin liikennemäärän eksponentti B saa suurimman arvonsa (-0,07) taajamateiden enintään 40 km/h nopeusrajoituksilla (suurin riski) ja pienimmän arvonsa (-0,25) moottoriteiden 120 km/h nopeusrajoituksella (pienin riski). Liikennemäärästä riippuvan kertoimen arvot näillä kahdella tieryhmällä liikennemäärän mukaan on esitetty kuvassa 4.
- **Kohtaamisonnettomuuksien** lukumäärän mallissa vain joidenkin tieryhmien liikennemääräkertoimet ovat tilastollisesti merkitseviä. Yhdenkään tilastollisesti merkitsevän kertoimen eksponentti ei ole positiivinen – jos olisi, se tarkoittaisi liikennemäärän mukaan kasvavaa riskiä.
- **Jalankulku, pyörä- ja mopo-onnettomuuksien** lukumäärän mallissa useimpien tieryhmien liikennemääräkertoimet ovat tilastollisesti merkitseviä ja negatiivisia eli liikennemäärä pienentää riskiä. Ainoa tilastollisesti merkitsevän positiivisen kertoimen saanut tieryhmä on taajamamerkin alue 40 km/h nopeusrajoituksella – siellä riski on sitä suurempi, mitä suurempi on KVL (kuva 5).
- **Onnettomuusluokan muut onnettomuudet** kaikkien tieryhmien liikennemääräkertoimet ovat tilastollisesti merkitseviä ja kaikilla tieryhmillä riski on sitä pienempi, mitä suurempi on KVL.



Kuva 4. Kaikkien hvj-onnettomuuksien mallin liikennemäärästä riippuvan kertoimen arvo eri vuorokausiliikennemäärillä taajamamerkin alueen enintään 40 km/h nopeusrajoituksella ($e^{-0.07}$) ja moottoriteiden 120 km/h rajoituksella ($e^{-0.25}$).



Kuva 5. Jalankulku, pyörä- ja mopo-onnettomuuksien liikennemäärästä riippuvan kertoimen ($e^{0.11}$) arvo eri vuorokausiliikennemäärillä taajamamerkin alueen enintään 40 km/h nopeusrajoituksella.

Onnettomuusmallit lasketaan koko tarkasteluajan (vuodet 2012–2016) ennallaan säilyneiden tienkohtien tiedoilla, mutta niitä käytetään nykytilan turvallisuuden arviointiin myös niillä tienkohdilla, joilla on tehty muutoksia tarkastelujakson aikana – itse asiassa siellä mallin arvo on ratkaiseva, koska onnettomuushistoriaa ei muutosten vuoksi voida käyttää.

Onnettomuushistorian ja mallin tietojen yhdistämistä k-arvon avulla on kuvattu luvussa 3.1. Testimielessä laskettujen onnettomuusmallien k-arvot ja mallien selitysasteet on esitetty taulukossa 4. Mallien muodostamistavasta johtuen kunkin onnettomuusluokan mallille on nyt määritetty vain yksi k-arvo, kun aiemmin kunkin onnettomuusluokan jokaisella tieryhmällä oli oma k-arvo. Tämä vähentää k-arvojen satunnaisvaihtelua ja yleisesti voidaan todeta, että nyt määritetyt k-arvot vastaavat melko hyvin aiempia k-arvoja. Vastaavasti uusien mallien selitysasteet vastaavat suhteellisen hyvin

aiempien mallien selityksasteita, vaikka laskentatavan eroista johtuen suoraa vertailua ei voida tehdä. Mallit selittävät paremmin onnettomuusmäärän kuin onnettomuusasteen vaihteluja, mikä on sikäli loogista, että onnettomuusriskin vaihtelua mallinnettaessa ei oteta huomioon eroja homogeenisten tiejaksojen pituudessa ja liikennemäärässä. On hyvä pitää mielessä, että mallien ennustekyky yksinään ei kuvaa nykytilan turvallisuuden ennusteen hyvyttä, sillä onnettomuushistorian ja mallin tiedot yhdistämällä pyritään ottamaan huomioon paikallisten olosuhteiden vaikutuksia onnettomuusmääriin.

Taulukko 4. Hvj-onnettomuuksien mallin kertoimet ja niiden tilastolliset varmuudet maanteiden linjaosuuksien riskille vuosina 2012–2016.

Malli	K-arvo ⁽⁴⁾	Mallin selityksaste	
		Riski ⁽⁵⁾	Onnettomuudet ⁽⁶⁾
Kaikki hvjot	4,4	15,4 %	69,0 %
Kohtaaminen ⁽¹⁾	1,7	15,7 %	51,6 %
JkPpMopo ⁽²⁾	1,4	35,3 %	53,2 %
Muut ⁽³⁾	4,2	11,8 %	67,3 %

(1) Kohtaamisonnettomuudet. (2) Jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet. (3) Muut onnettomuudet. (4) Mallin ja historian yhdistämisessä käytettävä K-arvo. (5) Onnettomuusriskin selityksaste laskettuna systemaattisesta vaihtelusta (Kulmala 1995). (6) Onnettomuusmäärän selityksaste laskettuna systemaattisesta vaihtelusta (Kulmala 1995).

4.2 Henkilövahinkoon johtaneet onnettomuudet tasoliittymissä

Liittymissä tapahtuneiden henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärä on vuosien kuluessa pienentynyt turvallisuustilanteen parantumisen myötä, mutta edellä mainittu liittymäonnettomuuksien uudelleen määrittely enemmän kuin kaksinkertaisti maanteiden tasoliittymäonnettomuuksien lukumäärää (1 236 -> 2 622 onnettomuutta viidessä vuodessa tarkastelujakson ennallaan säilyneillä tienkohdilla). Testattavassa mallinnustavassa liittymätyyppejä ei jaettu alaryhmiin sivutieltä saapuvien autojen osuuden mukaan, vaan onnettomuusmallit muutettiin sellaisiksi, että kullakin liittymätyypillä on sivutieltä saapuvien autojen osuudesta riippuva riski – aiemmin kunkin liittymätyypin liittymät jaettiin alaryhmiin sivutieltä saapuvien autojen osuuden perusteella ja kullekin alaryhmälle määritettiin saapuvien autojen osuudesta riippumaton riski (liite 2). Jotta uusien liittymäryhmien keskimääräistä riskiä voitaisiin verrata aiempien alaryhmien riskeihin, taulukkoon 5 laskettiin kunkin liittymäryhmän keskimääräiset riskit.

Taulukko 5. Liittymien hvj-onnettomuuksien riski (onnettomuudet/100 miljoonaa liittymään saapuvaa ajoneuvoa) mallinnuksessa käytetyillä tieryhmillä ja onnettomuusluokilla vuosina 2012–2016.

Liittymäryhmä ⁽⁴⁾	Kaikki hvj-onnettomuudet	Onnettomuusluokittain		
		Koht ⁽¹⁾	JkPpMopo ⁽²⁾	Muut ⁽³⁾
1. T-liittymä, päätie	4,66	0,26	0,66	3,74
2. T-liittymä, muu tie	6,40	0,25	1,54	4,61
3. X-liittymä, päätie	7,73	0,24	0,89	6,61
4. X-liittymä, muu tie	10,89	0,44	1,81	8,65
5. Kiertoliittymä	5,73	0,16	2,79	2,79

(1) Kohtaamisonnettomuudet. (2) Jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet. (3) Muut onnettomuudet. (4) T-liittymä on kolmihaarainen liittymä ja X-liittymä on neliharainen liittymä.

Taulukon 5 ja liitteen 2 tietojen vertailusta voidaan tehdä mm. seuraavat havainnot:

- Uudessa liittymäryhmittelyssä (taulukko 5) kohtaamisonnettomuudet on selvästi pienin onnettomuusluokka – kaikkia tasoliittymiä yhdessä tarkastelleen *jalankulku, pyörä- ja mopo-onnettomuuksia* on tapahtunut noin viisinkertainen määrä ja ryhmän *muut* onnettomuuksia noin 17-kertainen määrä verrattuna kohtaamisonnettomuuksien määrään. Toisaalta aiemman onnettomuusluokittelun eläinonnettomuuksia ei juurikaan tapahdu liittymissä.
- Ryhmän *kohtaamisonnettomuudet* riski on selvästi suurin alemman tieverkon nelihaaraisissa liittymissä, mutta muiden kolmihaaraisien (T-liittymä) ja nelihaaraisien (X-liittymä) välillä ei ole eroja. Kiertoliittymien riskit ovat pienimpiä.
- Ryhmän *jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet* riskit ovat T- ja X-liittymissä selvästi suurempia alemmalla tieverkolla kuin pääteillä, mutta suurimmat kiertoliittymissä.
- Ryhmän *muut onnettomuudet* riski on X-liittymissä selvästi suurempi kuin vastaavissa T-liittymissä. Lisäksi on hyvä huomata, että ryhmän *muut onnettomuudet* riskit ovat suuruutensa vuoksi olennaisimpia liittymien liikenneturvallisuuden kokonaisuuden kannalta
- Kokonaisuutena kiertoliittymien ja T-liittymien riskit ovat keskenään samaa suurusluokkaa, joskin niiden onnettomuusluokajakautuma on erilainen. X-liittymien kokonaisriskit ovat T-liittymien riskejä suurempia.

Taulukon 5 onnettomuusluokan *muut* liittymäonnettomuuksista likimain kolmannes oli risteämisonnettomuuksia (32 %) ja toinen kolmannes yksittäisonnettomuuksia (31 %) ja seuraavaksi yleisimpiä onnettomuusluokkia olivat kääntymiset (17 %) ja peräänajot (13 %). Vastaavasti aiemmin käytössä olleen luokittelun liittymien (liite 2) *auto-onnettomuuksista* yli puolet oli risteämisonnettomuuksia (57 %) ja seuraavaksi yleisimpiä onnettomuusluokkia olivat kääntymiset (27 %) ja peräänajot (14 %).

Liittymäonnettomuuksien onnettomuusmallit

Testiluontoisesti laadittiin henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien lukumäärän ennustamiseksi mallit myös tarkasteluajan (vuodet 2012–2016) ennallaan säilyneille T- ja X-liittymille. Kiertoliittymille ja eritasoliittymille uusia malleja ei testattu, koska niiden mallinnukseen testattavilla muutoksilla ei ole samanlaisia vaikutuksia kuin T- ja X-liittymille. Mallit laadittiin erikseen em. kolmelle onnettomuusluokalle sekä onnettomuuksien kokonaismäärälle, vaikka onnettomuuksien kokonaismäärä Tarvassa lasketaan kolmen onnettomuusluokan onnettomuusmäärien summana. Myös liittymämallit laadittiin SPSS:n yleisten lineaaristen mallien GLM-komennolla käyttäen logaritmita linkkifunktiota ja oletuksena Poisson-jakautuma.

Mallinnuksessa käytettiin taulukon 6 liittymäryhmiä ja kuhunkin liittymään viidessä vuodessa saapuvien autojen lukumäärä otettiin huomioon ns. offsetillä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että altistuksen ero poistettiin mallinnusaineistosta ja mallit laadittiin ennustamaan onnettomuusriskin vaihtelua. Liittymään saapuvien autojen määrää kohti lasketun riskin suuruutta selittävänä muuttujana käytettiin kullekin liittymäryhmälle määritettyä kerrointa, jonka suuruus riippuu sivutieltä saapuvien autojen osuudesta. Esimerkkinä laskennan tuloksista on liitteessä 5 esitetty kaikkien hvj-onnettomuuksien lukumäärän malli ja taulukossa 6 on esitetty yhteenvetona malleista eri onnettomuusluokkien B-arvo eli sivutien liikennemääräosuuden potenssi ja sen tilastollinen merkitsevyys sekä vakiotermien suuruudet.

Malleihin perustuvat onnettomuusmäärät lasketaan kaavalla:

$e^{\text{vakiotermi}} * \text{sivutien osuus (\%)}^B * \text{liittymään viidessä vuodessa saapuvat ajoneuvot.}$
Liitteessä 5 on esitetty mallin tulkintaesimerkki.

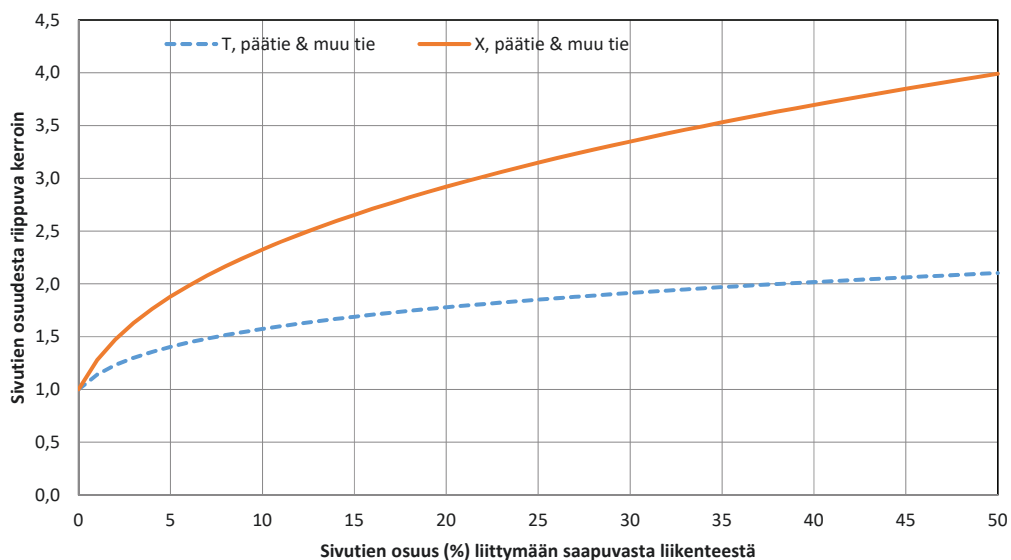
Taulukko 6. Liittymien hvj-onnettomuuksien mallin kertoimet ja niiden tilastolliset varmuudet maanteiden linjaosuuksien onnettomuusmäärille vuosina 2012–2016.

Tieryhmä	Kaikki hvj- ⁽¹⁾ onnettomuudet		Onnettomuusluokittain					
	B ⁽⁵⁾	Sig. ⁽⁶⁾	Kohtaaminen ⁽²⁾		JkPpMopo ⁽³⁾		Muut ⁽⁴⁾	
			B ⁽⁵⁾	Sig. ⁽⁶⁾	B ⁽⁵⁾	Sig. ⁽⁶⁾	B ⁽⁵⁾	Sig. ⁽⁶⁾
1. T-liittymä, päätie	0,15	0	0,04	72,4	-0,01	0,825	0,19	0
2. T-liittymä, muu tie	0,20	0	0,07	45,1	0,27	0	0,18	0
3. X-liittymä, päätie	0,30	0	-0,04	82,6	0,07	0,412	0,35	0
4. X-liittymä, muu tie	0,33	0	0,24	6,8	0,27	0	0,35	0

(1) Kaikki hvj-onnettomuudet, mallin vakiotermi -7,856. (2) Kohtaamisonnettomuudet, mallin vakiotermi -10,675. (3) Jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet, mallin vakiotermi -9,469. (4) Muut onnettomuudet, mallin vakiotermi -8,148. (5) Mallin B-kerroin, jonka avulla kullekin liittymälle lasketaan sivutieltä saapuvien autojen osuudesta riippuva kerroin kaavalla $\text{sivutien osuus (\%)}^B$. (6) Kertoimen B tilastollinen epävarmuus (%), joka kuvaa riippuvuuden todennäköisyyttä johtua satunnaisvaihtelusta. Luku 0 tarkoittaa, että riippuvuus on tilastollisesti merkitsevä vähintään 99,9 % todennäköisyydellä. Huomautus: Liitteeseen 6 verrattuna erona on se, että tässä merkitsevyys esitetään prosentteina eli mallista saatu luku on kerrottu sadalla.

Taulukosta 6 voidaan tehdä seuraavia havaintoja liittymien hvj-onnettomuuksien malleista:

- **Kaikkien hvj-onnettomuuksien** lukumäärän mallissa jokaisen tieryhmän KVL-kerroin on tilastollisesti merkitsevä vähintään 99,9 % merkitsevyystasolla. Kaikkien onnettomuuksien mallin sivutien liikennemääräosuuden eksponentti B saa suurimman arvonsa (sivutien osuuden merkityksellä suurin vaikutus) alemman tieverkon X-liittymissä ja pienimmän arvonsa (sivutien osuuden merkitys vähäisin) pääteiden T-liittymissä. Kaikissa malleissa B-arvo on positiivinen eli sivutien liikennemääräosuuden kasvaminen lisää onnettomuusmäärää.
- **Kohtaamisonnettomuuksien** lukumäärän mallissa yhdenkään liittymäryhmän sivutien liikennemääräosuuden kerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä.
- **Jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuuksien** lukumäärän mallissa kummankin alemman tieverkon liittymäryhmän liikennemääräosuuden kerroin on positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä eli sivutien liikennemääräosuuden kasvaminen lisää onnettomuusmäärää.
- **Onnettomuusluokan muut onnettomuudet** kaikkien liittymäryhmien sivutien liikennemääräosuuden kertoimet ovat tilastollisesti merkitseviä – sivutien liikennemääräosuuden kasvaminen lisää onnettomuusmäärää. Sivutien liikennemääräosuuden vaikutus näyttäisi olevan lähes samansuuruinen päätiellä ja alemmalla tieverkolla, X-liittymissä voimakkaampi kuin T-liittymissä (kuva 6).



Kuva 6. Liittymien onnettomuusluokan muut onnettomuudet mallin sivutien lii-kennemääräosuudesta riippuvan kertoimen arvo eri sivutien osuuksilla T-liittymissä (sivutien osuus, $\%^{0.19}$) ja X-liittymissä (sivutien osuus, $\%^{0.35}$).

Vastaavasti kuin taulukossa 4 linjaosuuksien malleista, taulukossa 7 on esitetty k-arvot ja mallien selitysasteet liittymäonnettomuuksien malleille. Liittymäryhmä ja sivutien osuus näyttäisi selittävän onnettomuusriskin vaihtelua melko huonosti, mutta onnettomuusmäärän systemaattisesta vaihtelusta ne selittävät runsaan kolmanneksen. Poikkeuksen tästä tekevät kohtaamisonnettomuudet, joiden selitysaste on vain 13 %.

Taulukko 7. Liittymien hvj-onnettomuuksien mallin kertoimet ja niiden tilastolliset varmuudet maanteiden linjaosuuksien riskille vuosina 2012–2016.

Malli	K-arvo ⁽⁴⁾	Mallin selitysaste (%)	
		Riski ⁽⁵⁾	Onnettomuudet ⁽⁶⁾
Kaikki hvjot	1,8	5 %	46 %
Kohtaaminen ⁽¹⁾	0,6	0 %	13 %
JkPpMopo ⁽²⁾	0,7	5 %	35 %
Muut ⁽³⁾	1,7	5 %	44 %

(1) Kohtaamisonnettomuudet. (2) Jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet. (3) Muut onnettomuudet. (4) Mallin ja historian yhdistämisessä käytettävä K-arvo. (5) Onnettomuusriskin selitysaste laskettuna systemaattisesta vaihtelusta (Kulmala 1995). (6) Onnettomuusmäärän selitysaste laskettuna systemaattisesta vaihtelusta (Kulmala 1995).

4.3 Vakavat henkilövahingot maanteillä

Lähtötietojen puutteiden vuoksi liikenneturvallisuusvaikutusten arviointiohjelmissa ei ole aiemmin voitu arvioida vakavien loukkaantumisten lukumääriä. Kuolemien lukumääriä on arvioitu henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien lukumäärän ja niiden keskimääräisen vakavuuden, kuolleet/100 hvj-onnettomuutta, perusteella (luku 3.1). Onnettomuuksien keskimääräinen vakavuus on arvioitu linja- ja liittymäalueita yhdessä tarkastellen (liite 3).

Tässä esiselvityksessä liittymäalueiden määrittely on aikaisempaa laajempi (luku 2.1). Silti liittymäalueiden vakavien loukkaantumisten ja kuolemien lukumäärät ovat suhteellisen pieniä onnettomuuksien vakavuuden luotettavaan arviointiin: liittymissä on vuositasolla tapahtunut keskimäärin 27 kuolemaa ja 62 vakavaa loukkaantumista (taulukko 8). Toisaalta sataa henkilövahinko-onnettomuutta kohti tapahtuneiden kuolemien ja vakavien loukkaantumisten määrä näyttäisi olevan hyvin samankaltainen linja- ja liittymäonnettomuuksissa (taulukko 9). Niinpä onnettomuuksien vakavuutta päätettiin nytkin tarkastella linja- ja liittymäalueiden onnettomuuksia yhdessä tarkastellen.

Taulukko 8. Maanteiden erilaisten henkilövahinkojen lukumäärä vuosina 2014–2015 yhteensä onnettomuusluokittain (Tilastokeskus 2017).

Liittymätieto	Hvj-onnettomuudet			Vakavasti loukkaantuneet			Kuolleet		
	Koht. ⁽¹⁾	JkPpMo ⁽²⁾	Muut ⁽³⁾	Koht. ⁽¹⁾	JkPpMo ⁽²⁾	Muut ⁽³⁾	Koht. ⁽¹⁾	JkPpMo ⁽²⁾	Muut ⁽³⁾
Linjaosuus	409	472	3149	94	44	334	130	44	125
Liittymä	53	281	804	10	31	82	16	13	25
Yhteensä	462	753	3953	104	75	416	146	57	150

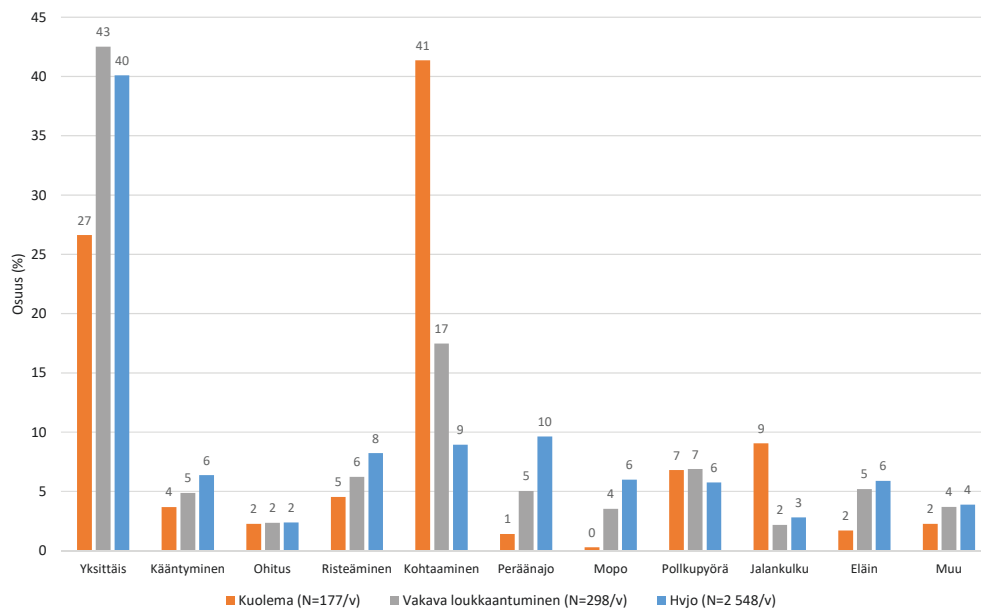
(1) Kohtaamisonnettomuudet. (2) Jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet. (3) Muut onnettomuudet.

Taulukko 9. Onnettomuuksien vakavuutta kuvaavien tunnuslukujen arvoja onnettomuusluokittain maanteiden linja- ja liittymäosuuksilla vuosina 2014–2015 (Tilastokeskus 2017).

Liittymätieto	Kuolemia/100 Hvjo ⁽⁴⁾			Vakavia loukk./100 hvjo ⁽⁵⁾			Kuoll+vak. loukk./100 Hvjo ⁽⁶⁾		
	Koht. ⁽¹⁾	JkPpMo ⁽²⁾	Muut ⁽³⁾	Koht. ⁽¹⁾	JkPpMo ⁽²⁾	Muut ⁽³⁾	Koht. ⁽¹⁾	JkPpMo ⁽²⁾	Muut ⁽³⁾
Linjaosuus	32	9	4	23	9	11	55	19	15
Liittymä	30	5	3	19	11	10	49	16	13
Yhteensä	32	8	4	23	10	11	54	18	14

(1) Kohtaamisonnettomuudet. (2) Jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet. (3) Muut onnettomuudet. (4) Kuolemien määrää sataa hvj-onnettomuutta kohti. (5) Vakavien loukkaantumisten määrä sataa hvj-onnettomuutta kohti. (6) Kuolemien ja vakavien loukkaantumisten yhteismäärää sataa hvj-onnettomuutta kohti.

Maanteiden vakavat loukkaantumiset ja henkilövahinkoon johtaneet onnettomuudet näyttäisivät jakautuvan onnettomuusluokkiin suhteellisen samankaltaisesti (kuva 7). Esimerkiksi selvästi yleisin onnettomuusluokka näissä kummassakin on yksittäisonnettomuudet (43 % vakavista loukkaantumista ja 40 % henkilövahinko-onnettomuuksista). Kuolemien jakautuma poikkeaa edellisistä selvimmin siinä, että yleisin onnettomuusluokka on kohtaamisonnettomuudet (41 % kuolemista).



Kuva 7. Maanteiden kuolemien, vakavien loukkaantumisten ja henkilövahinko-onnettomuuksien jakautuminen onnettomuusluokkiin (%) vuosina 2014–2015 (Tilastokeskus 2017).

Onnettomuuskustannusten uusimpien yksikköarvojen (Tervonen 2016) mukaan kuoleman yksikköhinta on yli kolme kertaa vakavan loukkaantumisen hinta. Kun lisäksi kuolemien ja vakavien loukkaantumisten onnettomuusluokkakajautuma ovat niin erilaisia, voidaan pitää perusteltuna arvioida erikseen kuolemien ja vakavien loukkaantumisten lukumääriä – vaikka esimerkiksi Ruotsissa kuolemia ja vakavia loukkaantumisia tarkastellaan usein yhdessä (Peltola 2017).

Vakavien henkilövahinkojen määrän arviointi

Vakavien henkilövahinkojen määrän arviointiin testattiin kaksivaiheista menetelmää, jossa ensin lasketaan kuolleiden ja vakavasti vammautuneiden lukumäärä sataa henkilövahinko-onnettomuutta kohti tieryhmittäin kullekin onnettomuusluokalle. Sen jälkeen vakavien henkilövahinkojen jakautuminen kuolemiin ja vakaviin loukkaantumisiin lasketaan kuolemien osuutta vakavista henkilövahingoista kuvaavalla keskimääräisellä osuudella (%). Tällaiseen menettelyyn päädyttiin, toisaalta siksi, että menettelyssä saadaan tarvittavien tietojen lisäksi tieto Ruotsissa yleisesti käytetystä kuolleiden ja vakavien loukkaantumisten yhteismäärästä KSI (killed and severely injured). Lisäksi kaksivaiheinen arviointitapa mahdollistaa tarvittaessa erilaisten tieryhmittelyjen käytön arvioinnin eri vaiheissa mahdollisimman luotettavien ja edustavien tulosten saamiseksi.

Mallinnuksessa käytettyjä tieryhmiä (taulukko 3) yhdistelemällä pyrittiin onnettomuuksien vakavien henkilövahinkojen laskentaa varten muodostamaan uusi tieryhmittely. Tavoitteena oli, että ainakin viiden vuoden aineistossa kaikilla tieryhmillä olisi niin suuret vakavien henkilövahinkojen lukumäärät, että niiden arviointi voisi tapahtua luotettavasti, mutta joka ottaisi huomioon tärkeimmät vakavien henkilövahinkojen lukumäärään vaikuttavat tekijät. Muodostettu uusi tieryhmittely ja sillä lasketut vakavien onnettomuuksien arviointiin tarvittavat tiedot on esitetty taulukossa 10.

Taulukon 10 lukuja tarkasteltaessa on syytä muistaa, että kahden vuoden luvuissa on enemmän satunnaisvaihtelua kuin luvuissa, joita tullaan aikanaan käyttämään vaikutusarvioinneissa. Liitteessä 6 on esitetty hvj-onnettomuuksien lukumäärän mallinnuksessa käytetyllä tieryhmittelyllä onnettomuusmäärät ja vakavien henkilövahinkojen määrät – niiden avulla on mahdollista arvioida kuinka hyvin taulukon 10 uudelleenryhmittely on onnistunut ja pohtia mahdollisia tarpeita kehittää edelleen nyt luonnosteltua ryhmittelyä.

Taulukko 10. Onnettomuuksien vakavuutta kuvaavien tunnuslukujen arvoja onnettomuusluokittain maanteiden linja- ja liittymäosuuksilla vuosina 2014–2015 (Tilastokeskus 2017).

Tieryhmä vakavuuden ⁽⁶⁾ laskentaan	Kuoll+vak. loukk./100 Hvjo ⁽⁴⁾			Kuolemien osuus vakavista, (%) ⁽⁵⁾		
	Koht. ⁽¹⁾	JkPpMo ⁽²⁾	Muut ⁽³⁾	Koht. ⁽¹⁾	JkPpMo ⁽²⁾	Muut ⁽³⁾
1 MoMol	75	33	9	44	100	32
2 Muu 2-ajr	50	8	7	50	25	18
3 PääHar <=80 km/h	74	14	16	59	50	23
4 PääHar 100 km/h	86	41	18	71	33	27
5 PääTih <=80 km/h	71	24	11	60	100	23
6 PääTih 100 km/h	43	31	17	50	50	21
7 MuuHar	43	19	17	44	70	24
8 MuuTih <=70 km/h	4	24	16	100	25	28
9 MuuTih >=80 km/h	26	28	17	38	10	28
10 Soratie	6	23	14	0	33	35
11 Tame	17	14	10	50	51	33
12 TitaPää	56	23	15	60	47	28
13 TitaMuu	47	13	14	31	24	27
Yhteensä	54	18	14	58	43	27

(1) Kohtaamisonnettomuudet. (2) Jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet. (3) Muut onnettomuudet. (4) Kuolemien ja vakavien loukkaantumisten lukumäärää sataa hvj-onnettomuutta kohti. (5) Kuolemien osuus kaikista vakavista henkilövahingoista. (6) Vakavuuden laskentaa varten muodostettu tieryhmittely, joka on saatu yhdistelemällä hvj-onnettomuuksien mallinuksessa käytettyjä tieryhmiä liitteessä 6 näkyvällä tavalla. Tieryhmien merkinnät: MoMol=Moottoritie tai Moottoriliikennetie, Muu 2-ajr=Muu kaksiajoratainen tie, Pää=Päätie, Muu=Muu kuin päätie, Har=Harva tienvarsiasutus, Tih=Tiheä tienvarsiasutus, Tame=Taajamamerkki, Tita=Tilastollinen taajama. Lisäksi luokittelussa on käytetty nopeusrajoitusta.

Luvussa 4 kuvatulla tavalla arvioitujen henkilövahinko-onnettomuuksien määrän ja taulukon 10 tietojen ja avulla vakavien henkilövahinkojen määrät voidaan arvioida kahdessa vaiheessa: ensin arvioidaan vakavien henkilövahinkojen kokonaismäärä henkilövahinko-onnettomuusmäärän ja taulukon sarakkeiden 2–4 avulla. Sen jälkeen arvioidaan sarakkeiden 5–7 tietojen avulla vakavien henkilövahinkojen kokonaismäärän jakautuminen kuolemiin ja vakaviin loukkaantumisiin.

5 Tulosten tarkastelu ja jatkosuositukset

Tähän lukuun on ensin koottu keskeiset havainnot turvallisuuden nykytilan uudenlaisesta määrittäytavasta (luku 5.1) ja luvussa 5.2 on esitetty ehdotuksia uuden arviointitavan käyttöön otosta Liikenneviraston vaikutusarvioinneissa.

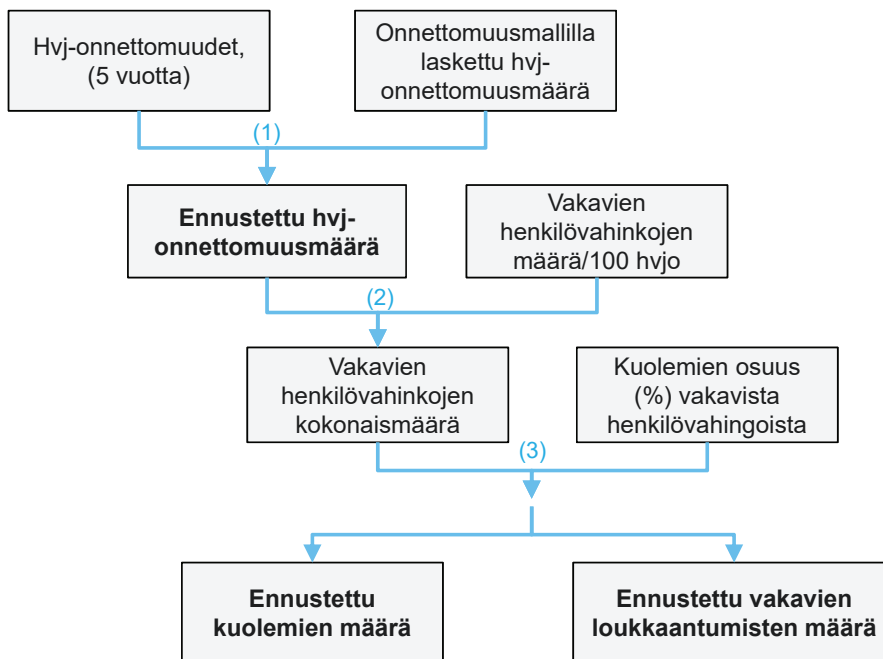
5.1 Maantien turvallisuuden nykytilan arviointi

Tässä esiselvityksessä suunniteltiin ja testattiin uusi tapa määrittää mahdollisimman luotettavasti maanteiden turvallisuuden nykytila. Olennaisin muutos aiempaan verrattuna on se, että nyt testatussa arviointitavassa ennustetaan myös vakavien loukkaantumisten lukumäärät maantieverkon eri osissa - aiemmin määritettyjen henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien määrän ja kuolemien määrän lisäksi.

Arviointiprosessi

Testattu nykytilan turvallisuuden arviointiprosessi jakautuu kolmeen päävaiheeseen (numerointi viittaa kuvaan 8):

1. Onnettomuushistorian ja onnettomuusmallin perusteella ennustetaan homogeenisille tiejaksoille ja liittymille henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien lukumäärä. Ennuste laaditaan erikseen kolmelle onnettomuusluokalle
2. Ennustetun hvj-onnettomuusmäärän ja onnettomuuksien keskimääräisen vakavien henkilövahinkojen määrän perusteella arvioidaan vakavien henkilövahinkojen kokonaismäärä. Myös tämä lasketaan erikseen kolmelle onnettomuusluokalle, mutta käyttäen samoja keskimääräisiä vakavuustietoja linjaosuuksille ja liittymille.
3. Vakavien henkilövahinkojen kokonaismäärän ja vakavien henkilövahinkojen kokonaismäärästä lasketun kuolemien osuuden perusteella lasketaan ennuste kuolemien ja vakavien loukkaantumisten lukumäärälle kolmessa onnettomuusluokassa.



Kuva 8. Maanteiden kuolemien, vakavien loukkaantumisten ja henkilövahinko-onnettomuuksien nykytilan lukumäärien arvioinnin vaiheet.

Arviointiprosessin lopputuloksena saadaan siis kolmessa onnettomuusluokassa ennuste tapahtuvien hvj-onnettomuuksien lukumäärästä ja niistä aiheutuneiden kuolemien ja vakavien loukkaantumisten lukumäärästä maanteiden eri kohdissa, mikäli teitä ei muuteta ja niiden liikennemäärä säilyy ennallaan.

Kokemukset arviointiprosessin testaamisesta

Olennainen muutos turvallisuuden nykytilan arviointiin ja peruste tämän esiselvityksen tekoon oli tarve sisällyttää prosessiin myös vakavien loukkaantumisten arviointi. Tehtyjen laskelmien perusteella vakavien loukkaantumisten sisällyttäminen arviointeihin on mahdollista sekä tarpeellista. Vakavat loukkaantumiset näyttäisivät muokkaavan sitä kuvaa turvallisuudesta, jonka henkilövahinko-onnettomuuksien ja kuolemien tarkastelu on aiemmin antanut.

Suurin haaste vakavien loukkaantumisten arvioinnille on se, että vakavien loukkaantumisten tiedot ovat vain Tilastokeskuksen erikseen tutkimuskäyttöön toimittamassa aineistossa, eikä sitä ole mahdollista eikä käyttöehtojen mukaan edes lupa yhdistää esimerkiksi Liikenneviraston onnettomuusaineistoon. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että onnettomuuksien vakavia seurauksia koskevat keskimääräiset tiedot on arvioitu eri aineistosta kuin henkilövahinko-onnettomuuksien määrää koskevat tiedot. Aineistojen välillä on aina jonkin verran eroja ja kahden erillisen onnettomuusaineiston tarkastelu lisää jonkin verran työmäärää ja virhemahdollisuuksia, mutta sen ei arvioida olennaisesti heikentävän arvioinnin lopputulosta.

Yhden lisähaasteen aiheutti se, että Tilastokeskukselta alun perin saatu aineisto tierekisteriosoitteineen ei ollut riittävän luotettava tietojen laskentaan, vaan tutkimusta varten piti erikseen hakea lupa saada käyttöön onnettomuustietojen koordinaatit – joiden avulla yhdistely näyttäisi onnistuneen melko hyvin. Kokonaisuutena voidaankin arvioida, että kahden onnettomuusaineiston käyttämisen aiheuttamat virheet ovat suhteellisen pieniä verrattuna vakavien loukkaantumisten määrän satunnaisvaihteluun.

Testauksen yhteydessä kokeillut muutokset arviointiin

Koska liikenneturvallisuuden nykytilan arviointimenetelmä on pitkään säilynyt pääpiirteissään ennallaan, vakavien loukkaantumisten käyttöönoton ohella testattiin muutoksia onnettomuusluokkiin, liittymämäärittelyihin ja onnettomuusmallien rakenteeseen.

Aiemmin käytetyt kolmen onnettomuusluokkaa olivat: (a) auto-onnettomuudet (b) jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet ja (c) eläinonnettomuudet. Liikenneturvallisuustyön painopisteen siirtyminen vakavimpien onnettomuuksien estämiseen on pienentänyt eläinonnettomuuksien merkitystä, minkä lisäksi henkilövahinkoon johtaneiden eläinonnettomuuksien lukumäärä on pienentynyt. Vastaavasti paljon vakavia henkilövahinkoja aiheuttavien kohtaamisonnettomuuksien merkitys on kasvanut. Niinpä **vakavien loukkaantumisten käyttöönottoa testattiin onnettomuusluokkajalla: a) kohtaamisonnettomuudet, b) jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet ja c) muut onnettomuudet.** Testatut kolme onnettomuusluokkaa kuvaavat aiempaa luokittelua paremmin vakavien henkilövahinkojen jakautumista maantieverkolle. Kohtaamisonnettomuuksien suuri osuus kuolemista tukee esiselvitykseen tehtyä valintaa tarkastella kohtaamisonnettomuuksia yhtenä kolmesta onnettomuusluokasta, mutta testatun muutoksen vaikutuksia tulisi edelleen pohtia. Esimerkiksi liittymien onnettomuusmalleista ei saada erityisen hyviä, koska onnettomuusluokissa ei erotella tyypillisiä liittymäonnettomuuksia.

Aiemmin liittymäonnettomuudeksi on tulkittu enintään 30 metrin etäisyydelle liittymän keskipisteestä tapahtuneeksi kirjatut onnettomuudet, joissa onnettomuusluokka on ollut kääntäminen, risteäminen, peräänajo, jalankulku, pyörä tai mopo-onnettomuus. Tässä esiselvityksessä **liittymäonnettomuuksiksi tulkittiin kaikki henkilövahinkoon johtaneet muut kuin eläinonnettomuudet, jotka ovat tapahtuneet enintään 100 metrin etäisyydellä taajamassa olevasta liittymästä tai enintään 200 metrin etäisyydellä taajaman ulkopuolella olevasta liittymästä.** Liittymäonnettomuuksien määrittely testattiin kaikkien tasoliittymien osalta ja se näyttäisi olevan toimiva ratkaisu, joka olisi hyvä ottaa käyttöön mahdollisimman pian.

Onnettomuusmalleissa on aiemmin oletettu tietyn tieryhmän onnettomuusmäärän olevan linjaosuuksilla suoraan verrannollinen autoliikenteen ajokilometreihin ja liittymissä liittymään saapuvien ajoneuvojen määrään – eli onnettomuusriskin on tieryhmän sisällä oletettu olevan vakio. Tässä esiselvityksessä **käytettiin onnettomuusmalleja, joissa vakioriskin sijaan linjaosuuksilla on liikennemäärästä riippuva riski jokaisella tieryhmällä ja vastaavasti sivutien liikennemääräosuudesta riippuva riski jokaisella liittymäryhmällä.** Näin voitiin vähentää käytettävien tieryhmien määrää, mikä on hyvä yhden ryhmän onnettomuusmäärän kasvattamisen ja sitä kautta satunnaisvaihtelun pienentämisen kannalta. Tulosten perusteella tilastollisesti merkitsevät liikennemäärän vaikutuskertoimet näyttäisivät olevan loogisia ja laaditut mallit likimain yhtä hyviä kuin aiemmin käytetyt mallit.

Edellä kuvatut onnettomuusmallien muutokset eivät näyttäisi tuovan muutosta siihen, että liittymien keskimääräiset vakavuudet ovat suhteellisen lähellä linjaosuuksien onnettomuuksien vakavuutta ja siksi vakavien henkilövahinkojen määrät arvioitiin liittymien ja linjaosuuksien yhteisillä vakavuustiedoilla. Testien perusteella keskimääräisten vakavuuksien määrittely on suhteellisen helppoa ja niiden avulla uskotaan saatavan arvokasta tietoa liikenneturvallisuusarviointien kehittämiseen.

5.2 Ajatuksia vaikutusarviointiohjelmien kehittämisestä

Vaikka testiaineistossa oli vakavien loukkaantumisten tiedot vain kahdelta vuodelta, testilaskennat osoittivat, että vakavat loukkaantumiset on jatkossa mahdollista ja tärkeää ottaa mukaan Liikenneviraston vaikutusarviointeihin. Testilaskennat antavat hyvän pohjan varsinaisten laskelmien tekoon, mutta yksityiskohtia esimerkiksi lopullisesti käytettävistä tieryhmistä on hyvä vielä tarkastella, kun käyttöön otettavia malleja ja prosenttiosuuksia lasketaan. Nykytiedon valossa tammikuussa 2018 on Tilastokeskukselta saatavissa loukkaantumisten vakavuustiedot kolmelta vuodelta (2014–2016) ja arviolta huhtikuussa 2018 Liikenneviraston onnettomuusrekisteristä henkilövahinko-onnettomuuksien tiedot vuosilta 2013–2017 ja tierekisterin tiedot vuoden 2018 tilanteessa. Niiden perusteella voidaan laatia vakavien henkilövahinkojen tiedot sisältävä nykytilan turvallisuuden arvio, jota voidaan käyttää Tarva MT- ja IVAR3-ohjelmien lähtötietona ja haluttaessa lisätä myös tierekisterin ONNI-tietoihin.

Vakavien loukkaantumisten tietojen lisäämisen ohella turvallisuuden nykytilan arviointia suositellaan kehitettävän nyt testatulla tavalla:

- Kohtaamisonnettomuudet otetaan omaksi onnettomuusluokaksi eläinonnettomuuksien sijaan, joskin liittymäonnettomuuksien määrittelyjen kannalta muitakin ratkaisuja on syytä yhä pohtia.
- Onnettomuusmallin muuttujaksi otetaan linjaosuuksilla myös KVL ja liittymissä sivutien osuus liikenteestä, minkä myötä vähennetään käytettäviä tieryhmiä. Testilaskennassa mallien kaikki kertoimet eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Siitä huolimatta liikennemäärästä ja sivutien osuudesta riippuvia malleja suositellaan käytettäväksi kaikille tie- ja liittymäryhmille, sillä kyseiset mallit ovat parhaita käytettävissä olevia ennusteita tilastollisesta merkitsevyydestä riippumatta. Testilaskennasta poiketen suhteellisen pieni tieryhmä moottoriliikennetiet suositellaan jatkossa sisällytettävän osaksi maaseudun pääteitä.
- Liittymien onnettomuuksien määrittely uudistetaan kattamaan kaikki onnettomuudet (myös eläinonnettomuudet), jotka ovat tapahtuneet enintään 100 metrin etäisyydellä taajamassa olevasta liittymästä tai enintään 200 metrin etäisyydellä taajaman ulkopuolella olevasta liittymästä.

Vakavien henkilövahinkojen syntymisen kannalta ajosuuntien erottelu on olennainen tekijä, koska se vaikuttaa olennaisesti kohtaamisonnettomuuksien lukumäärään ja vakavuuteen. Siksi viime vuosina yleistyneiden keskikaiteellisten tiejaksojen tieryhmän tulisi olla tieryhmässä *muut kaksiajorataiset tiet*. Jos kaikkia keskikaiteellisia tiejaksoja ei vielä ole laskennoissa tulkittu kaksiajorataisiksi, tällainen muutos tulisi tehdä pikimmiten. Myös liittymien kanavoinnit tulkittaneen kaksiajorataisiksi, mutta sillä ei ole merkitystä mallinnuksen lopputulokseen, sillä kanavoidut ja kanavoimattomat liittymät tarkasteltiin yhdessä myös nyt testatuissa malleissa.

Tarva MT-ohjelman muutostarpeet vakavien loukkaantumisten huomioon ottamiseksi

Tarvan nykyinen tietokanta ja käyttöliittymä on tehty ajankohtana, jolloin vakavien loukkaantumisten arvioinneista ei ollut vielä mitään tietoa. Muutokset eivät vaikuta varsinaisiin laskentaperiaatteisiin, mutta ne vaikuttavat ohjelman useisiin osa-alueisiin. Seuraavassa on käsitelty Tarvan muutostarpeita yleisesti, ottaen huomioon myös muut luvussa 4.1 ehdotetut muutokset.

Tietokantaa varten tehtävät laskennat tulee uudistaa niin, että onnettomuuksien luokittelua ja vakavia loukkaantumisia koskevat tiedot saadaan luotettavasti laskettua ja mahdollisimman helposti päivitettyä vuosittain – käytännössä pitää viimeistellä ja päivityksen yhteydessä tarkistaa nyt tehdyt laskennat. Tietokantaan tarvitaan muutama uusi muuttuja vakavien loukkaantumisten tiedoille, mutta tietokannan rakennetta ei tarvitse uusia. Nykyisin kuolemien määrälle tarkoitettuja laskentamenettelyjä ja vaikutuskertoimia voidaan suhteellisen pienin muutoksin soveltaa myös vakaville loukkaantumisille. Toimenpiteiden vaikutuksista vakavien loukkaantumisten lukumääriin ei vielä ole käytettävissä luotettavia tietoja (Elvik ym. 2009), koska vakavat loukkaantumiset ovat melko uusi tarkastelun kohde muissakin Euroopan maissa (Auerbach ja Schmucker 2016). Silti vakavien loukkaantumisten omiin vaikutuskertoimiin on hyvä varautua niiden käyttöönoton yhteydessä.

Käyttöliittymään tarvitaan vastaavasti muutama uusi sarake mm. vakaville loukkaantumisille ja muuttuneiden onnettomuusluokkien otsikoiden muutokset sekä käyttöliittymässä että raporteissa.

Laskentoihin liittyvät muutokset ovat melko isoja muutoksia nykyiseen Tarvaan, mutta tietoturvasyistä ja vähitellen tapahtuvasta Flash teknologian selaimista poistumisen vuoksi on lähivuosina joka tapauksessa uusittava Tarvan toteutukseen käytetty ohjelmistoteknologia. Kokonaisuutena arvioiden, näitä muutoksia ei enää kannata tehdä nykyiseen Tarvaan, mutta niiden integrointi uuteen ohjelmaversioon ei lisää olennaisesti uuden version laadinnan kustannusarviota. Niin päätettäessä, uusi ohjelmaversio on mahdollista ottaa käyttöön jo kevään 2018 päivityksen yhteydessä.

IVAR3-ohjelman muutostarpeet vakavien loukkaantumisten huomioon ottamiseksi

Vakavien loukkaantumisten erilliskäsittelyyn ei nykyisessä ohjelmistoversiossa ole varauduttu. Niiden sisällyttäminen edellyttää siten välttämättä ohjelmistomuutosta, joka vaikuttaa lähes kaikkiin osakokonaisuuksiin. Vaikka vaikutus on laaja-alainen, ei mihinkään osakokonaisuuteen kuitenkaan ole tarvetta tehdä kattavaa muutosta. Seuraavassa on käyty alustavasti läpi mahdollisia muutostarpeita eri osakokonaisuuksissa ottamalla samalla huomioon muut luvussa 4 kuvatut tarkastelut.

Tietokannassa on useita tauluja, joihin muutos vaikuttaisi. Jos vakavat loukkaantumiset tai niitä koskevat erilliset vakavuusasteet saadaan tierekisteriaineistosta lähtötietoina, edellyttää se niiden lisäämistä linkkien ja liittymien lähtötietoja koskeviin tauluihin. Laskentatulostauluihin muutos vaikuttaisi joka tapauksessa, vaikka uusia tietoja ei lähtötiedoissa olisikaan. Pienempiä muutoksia tarvitaan muutamaiin parametri-tiluihin. Onnettomuusluokkien uudelleen määrittely ei oleellisesti vaikuta tietokantaan, jos luokkien määrä pysyy nykyisessä kolmessa. Mallien muutoksella ei todennäköisesti ole vaikutusta tietokantaan kuin parametritaulujen osalta. Liittymäonnettomuuksien uudella rajamäärittelyllä ei ole vaikutusta.

Käyttöliittymään tarvitaan vastaavanlaisia päivityksiä kuin tietokantaan. Lisäksi uudet tai tietosisällöltään muuttuneet kentät on nimettävä uuden tietosisällön mukaisiksi. Muutokset vaikuttaisivat ainakin laskenta- ja vertailutulospäätöihin sekä mahdollisesti linkkien ja solmujen lähtötietonäyttöihin. Muutos tarvitaan myös niitä koskeviin tulostusosioihin.

Laskentaprosessiin on tehtävä muutokset, jotka koskevat sekä laskentakaavoja että niihin haettavia parametriarvoja. Vakavien loukkaantumisten erilliskäsittely kustannuksineen laskennassa on tehtävissä vähäisin muutoksin. Onnettomuusluokkien muutoksella on vaikutusta vain, jos tietokannan kenttänimet muutetaan. Liikennemäärän lisääminen onnettomuusmalleihin edellyttää vastaavan muutoksen tekemistä ohjelmiston laskentaprosessiin.

Parametrit on ohjelmistossa sijoitettu useaan eri tauluun, joten niiden hallinta muutostilanteissa on mahdollista ilman kattavia muutoksia. Tarvittavien kertoimien määrä voi kuitenkin jonkin verran lisääntyä. Tie- ja liittymäryhmien määrän pienentäminen onnistuu pelkillä parametrimuutoksilla.

Mahdolliset muutokset ovat kuitenkin kokonaisuudessaan niin suuria, että niiden toteutus edellyttää tarkempaa määrittelyä. Tällöin on myös otettava huomioon, miten tietokannassa olevat hankkeet käsitellään muutoksen yhteydessä. Kustannusarviota on näiden alustavien arvioiden perusteella mahdotonta ennakoida.

Lähteet

- Auerbach, K., Schmucker, U. 2016. Country survey: State of the art of MAIS 3+ assessment in the FERSI Member States and EU/EEA countries. FERSI Working Group "Injury Classification".
- Airaksinen, N., Kokkonen, M. 2014. Tieliikenteessä vakavasti loukkaantuneiden määrän arviointi VAAKKU. Trafin tutkimuksia 10-2014.
- Kokkonen, M. 2016. Vakavia loukkaantumisia jää virallisen Tieliikenneonnettomuustilaston ulkopuolelle. Tieto & Trendit 25.1.2017. <http://tietotrendit.stat.fi/mag/article/204/> (viitattu 3.8.2017).
- Kulmala, R. 1995. Safety at rural three- and four-arm junctions. Development and application of accident prediction models. VTT Publications 233. Espoo.
- Liikennevirasto 2013. Tiehankkeiden arviointiohje. Päivitetty lokakuussa 2015. Liikenneviraston ohjeista 13/2013.
- Liikennevirasto 2017. IVAR3-ohjelmiston käyttöopas. Liikenneviraston oppaita 1/2017.
- Malmivuo, M., Peltola, H. 2004. Turvallisuusvaikutusten arviointi vaikutuskertoimin. TARVA-ohjelman vaikutuskertoimien määrittely. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 1/2005. <http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/4000402-vvaikutuskerroinselv.pdf> (viitattu 17.7.2017).
- Elvik, R. Høye, A., Vaa, T., Sørensen, M. 2009. The handbook of road safety measures. Second edition. Emerald Group Publishing Limited, UK.
- Peltola, H., Malin, F. 2016. Maanteiden tasoliittymien turvallisuus. Onnettomuudet vuosina 2011–2015, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 57/2016. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2016-57_m_aanteiden_tasoliittymien_web.pdf (viitattu 24.7.2017)
- Peltola, H., Rajamäki, R., Luoma, J. 2013. A tool for safety evaluations of road improvements. Accident Analysis and Prevention, Vol. 60, 2013, pp. 277–288 <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2013.04.008> (viitattu 3.8.2017).
- Peltola, H. 2017. Tieliikenteen vakavat loukkaantumiset. Mitä voimme oppia Ruotsin STRADA-järjestelmästä? Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 10/2017. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2017-10_tieliikenteen_vakavat_web.pdf (viitattu 3.8.2017).
- Ristikartano, J., Peltola, H., Savolainen, S. 2008. Tiehallinnon liikenneturvallisuusmallien kehittäminen. Esiselvitys. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 78/2008.
- Suomen virallinen tilasto. 2016. Tieliikenneonnettomuustilasto 2015. http://tilastokeskus.fi/til/ton/2015/ton_2015_2016-06-15_fi.pdf (viitattu 3.8.2017).
- Tervonen, J. 2016. Tieliikenteen onnettomuuskustannusten tarkistaminen. Kuolemat sekä vakavat ja lievät loukkaantumiset. Trafin tutkimuksia 5/2016.

Tilastokeskus. 2017. Tieliikenneonnettomuusaineisto, joka on tutkimuskäyttöä varten hankittu Tilastokeskuksesta.

Valtioneuvosto. 2016. Valtioneuvoston periaatepäättös tieliikenneturvallisuuden parantamiseksi – tiedosta turvallisuutta. 15.12.2016. <http://valtioneuvosto.fi/paatokset/periaatepaatokset> (viitattu 3.8.2017).

Hvj-onnettomuuksien malli linjaosuuksille Tarva 5.5.-versiossa

Tieryhmä			Keskimääräinen onnettomuusaste				K-arvo ⁽⁴⁾			
			HVJ-onn. / 100 milj. autokm				(keskim. onnettomuusasteen hyvyys)			
			Kaikki h-onn.	Auto	Luokittain JkPpMopo	Eläin	Kaikki h-onn.	Auto	Luokittain Kevyt	Eläin
Moottori- väylät ja 2-ajorataiset tiet	1 Moottoritie	(1) ≤ 80 km/h	3,06	2,92	0,10	0,03	3,4	2,9	1,0	1,3
		100 km/h	3,13	2,97	0,11	0,05	13,4	7,0	0,4	0,6
		120 km/h	2,25	2,09	0,04	0,12	13,9	10,5	1,1	2,2
	2 Muu 2-ajoratainen	(1) ≤ 70 km/h	9,80	8,35	1,45	0,00	3,1	3,2	0,3	0,1
		≥ 80 km/h	3,81	3,52	0,22	0,07	5,0	5,0	0,7	1,1
	3 Moottoriliikennetie	(1) Kaikki	3,66	3,35	0,19	0,12	9,8	20,0	1,3	1,4
Maaseudun päättiet	4 Leveä,	(2) ≤ 70 km/h	5,57	4,95	0,62	0,00	0,8	2,1	13,7	0,1
	alle 30 as/km ²	80 km/h	4,97	3,92	0,54	0,51	20,0	20,0	1,0	6,1
		100 km/h	4,91	3,81	0,17	0,92	7,0	7,5	1,2	1,0
	5 Leveä,	(2) ≤ 70 km/h	7,19	6,06	1,14	0,00	9,8	4,2	0,9	0,1
	vähintään 30 as/km ²	80 km/h	4,66	4,13	0,40	0,13	3,7	2,1	0,3	6,9
		100 km/h	4,17	3,83	0,25	0,08	4,1	2,6	0,1	7,0
	6 Kapea,	(2) ≤ 70 km/h	6,79	6,39	0,40	0,00	5,2	4,0	0,8	0,1
	alle 30 as/km ²	80 km/h	6,51	5,73	0,37	0,41	4,6	8,2	1,2	1,1
		100 km/h	5,77	4,61	0,24	0,93	11,0	9,3	4,6	6,7
	7 Kapea,	(2) ≤ 70 km/h	7,64	6,25	1,16	0,23	1,5	5,8	1,2	20,0
	vähintään 30 as/km ²	80 km/h	6,10	5,39	0,49	0,22	1,7	2,6	2,5	1,0
		100 km/h	6,80	5,36	0,74	0,69	4,4	6,9	0,9	1,0
Maaseudun alempi- asteiset tiet	8 Leveä,	(2) ≤ 70 km/h	8,51	7,05	1,33	0,13	7,4	3,2	4,7	1,1
	alle 30 as/km ²	80 km/h	6,67	5,39	0,54	0,74	7,9	10,0	1,7	0,3
		100 km/h	7,25	4,35	0,53	2,37	3,6	6,3	0,4	1,0
	9 Leveä,	(2) ≤ 70 km/h	6,23	4,98	1,11	0,14	0,6	0,5	1,1	18,6
	vähintään 30 as/km ²	80 km/h	5,30	3,88	0,87	0,55	0,9	0,6	0,6	0,7
		100 km/h	3,80	3,80	0,48	0,00	0,6	1,3	0,1	0,1
	10 Kapea,	(2) ≤ 70 km/h	12,83	11,59	0,70	0,54	1,3	1,2	0,1	0,5
	alle 15 as/km ²	80 km/h	9,20	7,94	0,47	0,79	8,6	5,8	1,0	1,6
		100 km/h	7,03	5,51	0,34	1,18	20,0	20,0	1,8	14,5
	11 Kapea,	(2) ≤ 70 km/h	12,20	10,30	1,62	0,28	1,6	2,3	1,0	1,0
	vähintään 15 as/km ²	80 km/h	8,98	7,60	1,10	0,29	3,3	3,1	4,1	1,6
		100 km/h	6,50	6,02	0,48	0,00	1,6	6,2	1,9	0,1
	12 Soratiet	(2) ≤ 70 km/h	18,87	16,03	2,23	0,61	1,4	1,8	1,0	1,0
		80 km/h	12,25	11,41	0,53	0,32	1,9	1,8	1,1	1,1
Taajama- tiet	13 Taajamamerkki, KVL < 4000	(3) ≤ 40 km/h	19,16	9,50	9,66	0,00	5,9	2,1	12,9	0,1
		50 km/h	10,67	6,60	4,03	0,04	2,0	1,0	0,8	5,6
		60 km/h	10,18	7,60	2,42	0,16	1,3	2,0	0,4	1,2
	14 Taajamamerkki, KVL ≥ 4000	(3) ≤ 40 km/h	17,59	6,77	10,82	0,00	15,2	20,0	2,8	0,1
		50 km/h	10,12	6,19	3,89	0,04	4,2	4,2	3,5	1,2
		60 km/h	8,61	5,97	2,65	0,00	1,6	1,6	12,3	0,1
	15 Tilastotaajama päätie, KVL < 6000	(3) ≤ 70 km/h	8,98	6,99	1,91	0,09	1,2	1,9	0,6	1,1
		80 km/h	6,41	5,50	0,83	0,07	20,0	4,8	7,6	0,9
		100 km/h	5,47	4,58	0,64	0,25	13,7	3,6	0,1	1,1
	16 Tilastotaajama päätie, KVL ≥ 6000	(3) ≤ 70 km/h	6,43	5,16	1,27	0,00	5,1	3,1	1,8	0,1
		80 km/h	4,79	4,16	0,52	0,11	4,7	3,4	1,0	0,4
		100 km/h	4,51	4,00	0,31	0,21	20,0	20,0	1,2	1,2
	17 Tilastotaajama muu tie, KVL < 2000	(3) ≤ 50 km/h	15,65	11,49	3,89	0,27	3,5	20,0	2,3	1,8
		60–70 km/h	11,22	8,62	2,38	0,22	3,8	10,4	0,9	0,4
		≥ 80 km/h	12,07	10,01	1,77	0,29	14,8	2,6	1,0	20,0
	18 Tilastotaajama muu tie, KVL ≥ 2000	(3) ≤ 50 km/h	8,53	5,61	2,84	0,08	16,8	20,0	20,0	1,6
		60–70 km/h	8,00	5,58	2,26	0,15	4,1	20,0	1,6	0,1
		≥ 80 km/h	6,17	5,06	1,03	0,09	1,9	2,7	4,7	1,2

(1) Sisältää myös tierekisterin mukaiset taajamatiet (taajamamerkkitaajama ja tilastollinen taajama). (2) Ilman taajamateitä. Päätie on kapea, kun sen päällysteleveys on alle 9,5 m, ja muu tie on kapea, kun sen päällysteleveys on alle 8 m. (3) Luokittelu taajamateihin taajamamerkin ja tilastollisen taajaman mukaan. Ei moottori-, moottoriliikenne- ja 2-ajorataisten teiden taajamateitä. (4) K-kerroin, jota käytetään keskimääräisen onnettomuustiedon ja onnettomuushistorian yhdistämisessä. Suuri K-arvo merkitsee sitä, että ko. onnettomuusaste kuvaa hyvin onnettomuusmäärän vaihteluja.

Hvj-onnettomuuksien malli liittymille

Tarva 5.5. versiossa

Tieryhmä	Sivutien osuus ¹⁾	Keskimääräinen onnettomuusaste				K-arvo ⁽³⁾			
		HVJ-onn. / 100 milj. saapunutta autoa ²⁾				(keskim. onnettomuusasteen hyvyys)			
		Kaikki h-onn.	Auto	Luokittain Kevyt	Eläin	Kaikki h-onn.	Auto	Luokittain Kevyt	Eläin
Kolmihaarainen tasoliittymä, päätie	0 – 5 %	1,6	1,3	0,3	0,0	0,9	1,1	0,2	0,1
	6 – 15 %	2,8	2,3	0,5	0,0	2,7	2,7	1,6	0,1
	16 – %	3,6	3,3	0,3	0,0	20,0	20,0	0,8	0,1
Kolmihaarainen tasoliittymä, muu tie	0 – 5 %	2,1	1,5	0,7	0,0	0,8	0,6	1,0	0,1
	6 – 15 %	2,0	1,2	0,8	0,0	0,5	2,5	0,3	0,1
	16 – %	3,1	1,9	1,2	0,0	4,9	2,0	1,0	0,1
Nelihaarainen tasoliittymä, päätie	0 – 5 %	2,7	2,1	0,6	0,0	1,2	1,6	0,8	0,1
	6 – 15 %	4,3	4,1	0,2	0,0	1,3	1,2	1,7	0,1
	16 – %	7,9	7,4	0,5	0,0	1,0	0,9	0,3	0,1
Nelihaarainen tasoliittymä, muu tie	0 – 5 %	5,3	4,6	0,8	0,0	7,0	11,4	1,0	0,1
	6 – 15 %	3,6	3,1	0,6	0,0	13,9	2,3	1,0	0,1
	16 – %	8,5	6,9	1,6	0,0	0,7	0,7	0,6	0,1
Kiertoliittymä	Pieni	2,7	0,9	1,8	0,0	1,1	1,7	1,4	0,1
	Suuri	2,2	0,9	1,3	0,0	1,5	0,6	1,1	0,1
Eritasoliittymä		0,8	0,6	0,2	0,0	2,3	3,2	0,5	0,1

(1) Muiden kuin kahden suuriliikenteisimmän päätiehaaran osuus kaikista liittymään saapuvista ajoneuvoista.
(2) Saapuvien autojen määrä = liittymään saapuvien ajoneuvojen määrä vuodessa liittymähaarojen KVL-arvojen perusteella laskettuna. (3) K-kerroin, jota käytetään ko. keskimääräisen onnettomuustiedon ja onnettomuushistorian yhdistämisessä. Suuri K-arvo merkitsee sitä, että taulukon ko. onnettomuusaste kuvaa hyvin kyseisenlaisten liittymien onnettomuusmäärän vaihteluita.

Onnettomuuksien vakavuus Tarva 5.5.-versiossa

Tieryhmä				Vakavuus			
				Kuolleet / 100 onnettomuutta			
				Kaikki h-onn.	Auto	Luokittain Kevyt	Eläin
Moottori- väylät ja 2-ajorataiset tiet	1 Moottoritie	(1)	≤ 80 km/h	4	5	0	0
			100 km/h	4	4	13	0
			120 km/h	5	4	50	0
	2 Muu 2-ajoratainen	(1)	≤ 70 km/h	2	1	2	0
			≥ 80 km/h	3	3	3	0
	3 Moottoriliikennetie	(1)	Kaikki	18	16	67	0
Maaseudun päätiet	4 Leveä,	(2)	≤ 70 km/h	8	4	50	0
	alle 30 as/km ²		80 km/h	15	17	12	0
			100 km/h	16	20	13	0
	5 Leveä,	(2)	≤ 70 km/h	12	9	25	0
	vähintään 30 as/km ²		80 km/h	9	8	15	0
			100 km/h	14	15	0	0
	6 Kapea,	(2)	≤ 70 km/h	9	9	0	0
	alle 30 as/km ²		80 km/h	7	7	14	0
			100 km/h	14	16	16	3
	7 Kapea,	(2)	≤ 70 km/h	18	16	33	0
	vähintään 30 as/km ²		80 km/h	10	9	13	0
			100 km/h	10	10	13	0
Maaseudun alempi- asteiset tiet	8 Leveä,	(2)	≤ 70 km/h	8	10	0	0
	alle 30 as/km ²		80 km/h	7	8	6	0
			100 km/h	13	15	0	11
	9 Leveä,	(2)	≤ 70 km/h	3	4	0	0
	vähintään 30 as/km ²		80 km/h	4	4	6	0
			100 km/h	0	0	0	0
	10 Kapea,	(2)	≤ 70 km/h	6	6	8	0
	alle 15 as/km ²		80 km/h	8	7	23	3
			100 km/h	8	10	0	0
	11 Kapea,	(2)	≤ 70 km/h	4	4	5	7
	vähintään 15 as/km ²		80 km/h	6	6	11	6
			100 km/h	10	7	50	0
Taajama- tiet	12 Soratiet	(2)	≤ 70 km/h	5	4	18	0
			80 km/h	5	5	5	0
	13 Taajamamerkki, KVL < 4000	(3)	≤ 40 km/h	3	2	3	0
			50 km/h	5	2	8	0
			60 km/h	7	8	5	0
	14 Taajamamerkki, KVL ≥ 4000	(3)	≤ 40 km/h	2	3	2	0
			50 km/h	3	4	3	0
			60 km/h	3	2	7	0
	15 Tilastotaajama päätie, KVL < 6000	(3)	≤ 70 km/h	3	4	0	0
			80 km/h	7	6	10	0
			100 km/h	8	7	17	0
	16 Tilastotaajama päätie, KVL ≥ 6000	(3)	≤ 70 km/h	5	2	14	0
			80 km/h	11	10	14	0
			100 km/h	17	17	20	0
	17 Tilastotaajama muu tie, KVL < 2000	(3)	≤ 50 km/h	5	6	2	0
			60–70 km/h	6	7	2	0
			≥ 80 km/h	6	4	13	0
	18 Tilastotaajama muu tie, KVL ≥ 2000	(3)	≤ 50 km/h	3	0	10	0
			60–70 km/h	3	4	2	0
			≥ 80 km/h	4	3	10	0

(1) Sisältää myös tierekisterin mukaiset taajamatiet (taajamamerkkitaajama ja tilastollinen taajama). (2) Ilman taajamateitä. Päätie on kapea, kun sen päällysteleveys on alle 9,5 m, ja muu tie on kapea, kun sen päällysteleveys on alle 8 m. (3) Luokittelu taajamateihin taajamamerkin ja tilastollisen taajaman mukaan. Ei moottori-, moottoriliikenne- ja 2-ajorataisten teiden taajamateitä.

Linjaosuuksien kaikkien hvj-onnettomuuksien lukumäärän malli SPSS-laskennasta

Parameter Estimates							
Parameter	B	Std. Error	95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	-5,963	,0875	-6,134	-5,791	4648,707	1	,000
[Tieryhmä=102] * LN_KVL	-,224	,0098	-,243	-,205	528,929	1	,000
[Tieryhmä=103] * LN_KVL	-,251	,0100	-,271	-,232	635,477	1	,000
[Tieryhmä=201] * LN_KVL	-,124	,0104	-,144	-,103	142,013	1	,000
[Tieryhmä=202] * LN_KVL	-,202	,0100	-,222	-,182	406,064	1	,000
[Tieryhmä=301] * LN_KVL	-,222	,0175	-,257	-,188	160,712	1	,000
[Tieryhmä=401] * LN_KVL	-,217	,0231	-,262	-,172	88,790	1	,000
[Tieryhmä=402] * LN_KVL	-,194	,0118	-,217	-,171	269,118	1	,000
[Tieryhmä=403] * LN_KVL	-,198	,0111	-,219	-,176	314,323	1	,000
[Tieryhmä=501] * LN_KVL	-,221	,0250	-,270	-,172	78,237	1	,000
[Tieryhmä=502] * LN_KVL	-,216	,0132	-,242	-,190	269,012	1	,000
[Tieryhmä=503] * LN_KVL	-,200	,0133	-,226	-,174	226,876	1	,000
[Tieryhmä=801] * LN_KVL	-,136	,0149	-,165	-,107	82,971	1	,000
[Tieryhmä=802] * LN_KVL	-,173	,0139	-,201	-,146	156,781	1	,000
[Tieryhmä=803] * LN_KVL	-,178	,0159	-,209	-,146	124,724	1	,000
[Tieryhmä=901] * LN_KVL	-,143	,0139	-,170	-,116	106,547	1	,000
[Tieryhmä=902] * LN_KVL	-,182	,0138	-,209	-,155	174,100	1	,000
[Tieryhmä=903] * LN_KVL	-,213	,0261	-,264	-,162	66,359	1	,000
[Tieryhmä=1201] * LN_KVL	-,087	,0275	-,141	-,034	10,100	1	,001
[Tieryhmä=1202] * LN_KVL	-,173	,0214	-,215	-,131	65,163	1	,000
[Tieryhmä=1301] * LN_KVL	-,072	,0128	-,097	-,047	31,739	1	,000
[Tieryhmä=1302] * LN_KVL	-,133	,0121	-,156	-,109	120,562	1	,000
[Tieryhmä=1303] * LN_KVL	-,136	,0130	-,161	-,110	108,458	1	,000
[Tieryhmä=1501] * LN_KVL	-,192	,0132	-,218	-,166	211,545	1	,000
[Tieryhmä=1502] * LN_KVL	-,205	,0119	-,229	-,182	296,586	1	,000
[Tieryhmä=1503] * LN_KVL	-,216	,0172	-,250	-,183	159,351	1	,000
[Tieryhmä=1701] * LN_KVL	-,136	,0147	-,165	-,108	86,478	1	,000
[Tieryhmä=1702] * LN_KVL	-,158	,0122	-,182	-,134	167,249	1	,000
[Tieryhmä=1703] * LN_KVL	-,180	,0142	-,208	-,152	161,085	1	,000
(Scale)	1 ^a						

Dependent Variable: kaikki

Model: (Intercept), Tieryhmä * LN_KVL, offset = Ln_Suorite5

a. Fixed at the displayed value.

(1) Tieryhmänumerointi vastaa taulukon 2 tieryhmänumeroa kerrottuna sadalla plus nopeusrajoitusluokkaa kuvaavalla järjestysnumerolla (1...3).

Mallin tulkintaesimerkki: 6,0 km moottoritietä, jonka KVL=31 974 ajoneuvoa/vrk ja nopeusrajoitus on 100 km/h. Tällöin kaikkien hvj-onnettomuuksien malli = $e^{\text{vakio}} * KVL^B * \text{ajoneuvokilometrit}$ eli: $e^{-5,963} * 31974^{-0,224} * 5 * 31974 * 6,0 * 365 / 1000000 = 0,088$.

Liittymäosuuksien kaikkien hvj-onnettomuuksien lukumäärän malli SPSS-laskennasta

Parameter Estimates							
Parameter	B	Std. Error	95% Wald Confidence Interval		Hypothesis Test		
			Lower	Upper	Wald Chi-Square	df	Sig.
(Intercept)	-7,856	,0455	-7,945	-7,767	29840,134	1	,000
[Tieryhmä=1,00] * LN_sivutos	,151	,0249	,102	,200	36,643	1	,000
[Tieryhmä=2,00] * LN_sivutos	,198	,0202	,158	,238	95,884	1	,000
[Tieryhmä=3,00] * LN_sivutos	,298	,0274	,244	,351	117,479	1	,000
[Tieryhmä=4,00] * LN_sivutos	,334	,0283	,278	,389	139,306	1	,000
(Scale)	1 ^a						

Dependent Variable: auto

Model: (Intercept), Tieryhmä * LN_sivutos, offset = Ln_Suorite5

a. Fixed at the displayed value.

(1) Tieryhmänumerointi vastaa taulukon 5 tieryhmänumeroa.

Mallin tulkintaesimerkki: Päätiellä olevaan X-liittymään saapuu vuorokaudessa 11 726 ajoneuvoa, joista sivutietä 13 %.

Tällöin kaikkien hvj-onnettomuuksien malli = $e^{\text{vakiotermi}} * \text{sivutien osuus (\%)}^B * \text{liittymään viidessä vuodessa saapuvat ajoneuvot (kymmeninä tuhansina ajoneuvoina)}$ eli:

$$e^{-7,856} * 13,0^{+0,30} * 5 * 11\,726 * 365/10000 = 1,78.$$

Hvj-onnettomuuksien ja niiden vakavien seurausten lukumäärät tieryhmittäin v. 2014–2015

Tieryhmä ⁽⁶⁾ , nopeusrajoitus	Hvj-onnettomuudet			Vakavasti loukkaantuneet			Kuolleet			Suorite, ⁽⁴⁾ Milj. km/v	Uusi ⁽⁵⁾ tieryhmä
	Koht. ⁽¹⁾	JkPpMo ⁽²⁾	Muut ⁽³⁾	Koht. ⁽¹⁾	JkPpMo ⁽²⁾	Muut ⁽³⁾	Koht. ⁽¹⁾	JkPpMo ⁽²⁾	Muut ⁽³⁾		
101 Mo, ≤ 80 km/h	0	1	37	0	0	1	0	0	3	575	(1)
102 Mo, 100 km/h	5	1	101	3	0	4	1	0	3	2377	
103 Mo, 120 km/h	5	3	152	2	0	14	2	2	2	4082	
301 Mol, Kaikki	2	1	12	0	0	0	1	0	1	322	
201 Muu2ajr, ≤ 70 km/h	3	47	160	1	2	7	1	1	1	896	(2)
202 Muu2ajr, ≥ 80 km/h	1	2	140	0	1	11	0	0	3	2202	
401 LevPäHar, ≤ 70 km/h	0	0	7	0	0	0	0	0	0	65	(3)
402 LevPäHar, 80 km/h	14	13	54	2	1	7	9	0	1	664	
601 KapPäHar, ≤ 70 km/h	2	2	19	0	0	2	1	0	1	100	
602 KapPäHar, 80 km/h	27	13	197	11	1	25	9	2	8	1459	
403 LevPäHar, 100 km/h	51	10	174	8	4	27	30	1	7	2531	(4)
603 KapPäHar, 100 km/h	65	19	399	21	4	47	41	3	20	3748	
501 LevPäTih, ≤ 70 km/h	0	1	9	0	0	0	0	1	1	53	(5)
502 LevPäTih, 80 km/h	8	3	45	1	0	5	3	0	1	455	
701 KapPäTih, ≤ 70 km/h	2	3	12	0	0	0	3	1	0	86	
702 KapPäTih, 80 km/h	11	10	56	5	0	5	3	2	1	534	
503 LevPäTih, 100 km/h	14	3	34	3	0	5	4	0	1	480	(6)
703 KapPäTih, 100 km/h	9	10	50	2	2	6	1	2	2	377	
801 LevMuHar, ≤ 70 km/h	1	10	22	0	1	2	1	0	1	150	(7)
802 LevMuHar, 80 km/h	11	7	48	1	0	4	4	1	0	486	
803 LevMuHar, 100 km/h	2	1	25	0	0	2	1	0	1	152	
1001 KapMuHar, ≤ 70 km/h	7	8	99	0	0	13	0	0	6	371	
1002 KapMuHar, 80 km/h	50	26	445	16	2	63	8	6	19	2440	
1003 KapMuHar, 100 km/h	3	2	50	1	0	5	0	0	1	355	
901 LevMuTih, ≤ 70 km/h	2	4	19	0	1	2	0	0	2	145	(8)
1101 KapMuTih, ≤ 70 km/h	24	29	238	0	5	27	1	2	9	1084	
902 LevMuTih, 80 km/h	0	5	30	0	1	5	0	0	0	253	(9)
903 LevMuTih, 100 km/h	2	0	3	1	0	0	0	0	0	42	
1102 KapMuTih, 80 km/h	29	30	202	4	8	23	3	1	11	1256	
1103 KapMuTih, 100 km/h	0	1	15	0	0	3	0	0	1	83	
1201 KapMuSor, ≤ 70 km/h	2	3	35	0	1	4	0	0	1	99	(10)
1202 KapMuSor, 80 km/h	16	10	146	1	1	13	0	1	8	761	
1301 TameHil, ≤ 40 km/h	1	82	77	0	7	10	0	6	1	389	(11)
1302 TameHil, 50 km/h	8	57	65	2	3	3	0	6	3	452	
1303 TameHil, 60 km/h	0	6	17	0	1	1	0	0	1	124	
1401 TameVil, ≤ 40 km/h	2	44	18	0	2	0	0	1	0	183	
1402 TameVil, 50 km/h	11	60	55	0	4	2	2	3	2	540	
1403 TameVil, 60 km/h	2	21	51	0	1	2	0	3	2	355	
1501 TilPäHil, ≤ 70 km/h	6	18	48	2	3	7	1	1	0	220	(12)
1502 TilPäHil, 80 km/h	7	11	87	1	1	11	2	0	8	553	
1503 TilPäHil, 100 km/h	2	3	16	1	0	3	1	1	1	157	
1601 TilPäVil, ≤ 70 km/h	3	24	65	1	2	3	0	2	1	488	
1602 TilPäVil, 80 km/h	14	17	75	3	3	9	7	4	3	881	
1603 TilPäVil, 100 km/h	4	0	12	0	0	0	1	0	0	195	
1701 TilMuHil, ≤ 50 km/h	5	20	51	4	4	3	0	0	2	226	(13)
1702 TilMuHil, 60–70 km/h	6	21	64	1	2	12	2	0	4	362	
1703 TilMuHil, ≥ 80 km/h	4	6	28	0	0	5	0	0	3	136	
1801 TilMuVil, ≤ 50 km/h	1	22	23	0	2	3	1	2	0	246	
1802 TilMuVil, 60–70 km/h	11	49	120	1	4	7	2	0	1	910	
1803 TilMuVil, ≥ 80 km/h	7	14	46	5	1	3	0	2	2	467	
Yhteensä	462	753	3953	104	75	416	146	57	150	35565	

(1) Kohtaamisonnettomuudet. (2) Jalankulku-, pyörä- ja mopo-onnettomuudet. (3) Muut onnettomuudet. (4) Ajo-neuvosuorite, miljoonaa ajoneuvokilometriä vuodessa. (5) Alkuperäisten tieryhmien yhdistelyllä muodostettu tieryhmä, jota käytetään onnettomuuksien vakavuuden arvioinnissa, taulukossa 10. (6) Käytetyn tieryhmittely merkintöjen tarkoitus: Mo=Moottoritie, Muu2ajr=Muu kaksiajoratainen tie, Mol=Moottoriliikennetie, Lev=Leveä, Kap=Kapea, Har=Harva tienvarsiasutus, Tih=Tiheä tienvarsiasutus, Lev=Leveä tie, Kap=Kapea tie, Ta-me=Taajamamerkki, Til=Tilastollinen taajama, Pä=Päätie, Mu=Muu kuin päätie. Näiden lisäksi tieryhmittelyssä on käytetty nopeusrajoitusta.

ISSN-L 1798-6656
ISSN 1798-6664
ISBN 978-952-317-512-9
www.liikennevirasto.fi

Liik
enne
vira
sto